



ผลของการเพิ่มจำนวน *Microcystis aeruginosa* ต่อคุณภาพน้ำเสียชุมชน ในระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย

Effects of *Microcystis aeruginosa* Blooming on Community Wastewater Quality in Pond Technology System

มัลลิกา ศรีชมภู^{1*} ทศนีย์ บุญประคอง¹ เกษม จันทร์แก้ว^{1,2}

ธนิศร์ ปัทมพิฑูร¹ และ นพวรรณ เสมวิมล²

บทคัดย่อ

การเพิ่มปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย *Microcystis aeruginosa* ต่อคุณภาพน้ำเสียชุมชนในระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี โดยเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อฝักรับเป็นระยะเวลา 2 เดือน (เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2557) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณไซยาโนแบคทีเรีย *M.aeruginosa* พบว่าในเดือนมกราคมซึ่งตรงกับฤดูหนาวน้ำเสียมีอุณหภูมิ 27.9 องศาเซลเซียส *M.aeruginosa* มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 1.88×10^6 เป็น 1.31×10^8 cell/m³ และเมื่อเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อนซึ่งตรงกับเดือนกุมภาพันธ์น้ำเสียมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 29.4 องศาเซลเซียส *M.aeruginosa* มีปริมาณลดลงมีค่าเท่ากับ 2.72×10^6 cell/m³ นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนของ *M.aeruginosa* ยังส่งผลให้ของแข็งแขวนลอย (SS) ของแข็งละลายได้ (TDS) และความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) มีค่าสูงเกินมาตรฐานกำหนด

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

²โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding Author, E-mail: manlikasri@gmail.com

ABSTRACT

Blooming of Cyanobacterium, *Microcystis aeruginosa* affected on wastewater quality in pond technology system of King's initially Laem Phak Bia Environmental Study and Development Project. Two months (January – February 2014) of water sampling in the oxidation pond were used for analyzing physical property, chemical property and amount of Cyanobacterium, *M.aeruginosa*. The results showed that averaged population density of *M.aeruginosa* was increased from 1.88×10^6 to 1.31×10^8 cell/m³ in January, winter time with averaged water temperature 27.9°C. *M.aeruginosa* was decreased to 2.72×10^6 cell/m³ in February, beginning of summer time. Furthermore, blooming of *M.aeruginosa* affected on increasing of suspended solid (SS), total dissolved solid (TDS) and biological oxygen demand (BOD) which were higher than the water quality standard.

คำสำคัญ: ไมโครซิสทีส น้ำเสียชุมชน ระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย

Keywords: *Microcystis aeruginosa*, Community waste water, Pond technology system

บทนำ

ระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย (pond technology system) ของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียชุมชนจากเทศบาลเมืองเพชรบุรี จ.เพชรบุรี โครงสร้างของระบบเป็นบ่อดินเหนียวอัดแน่นจำนวน 5 บ่อต่อกันแบบอนุกรม ได้แก่ บ่อดกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 2 3 และบ่อปรับสภาพตามลำดับ โดยสูบน้ำเสียชุมชนจากบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยางเข้ามาบำบัดในระบบตลอด 24 ชั่วโมงเฉลี่ย 6,167.33 m³/day โดยมีอัตราการไหลเข้าระบบ 303.15 m³/hr (ธนวัฒน์, 2557) ซึ่งมีความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) เฉลี่ย 63 mg/L และระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียเป็นระบบที่ดูแลรักษาง่าย ประหยัด และอาศัยกลไกธรรมชาติช่วยธรรมชาติในการบำบัดโดยอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในน้ำเสียร่วมกับปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ลม แสงแดดที่ช่วยในการเติมออกซิเจน (O₂) ลงสู่น้ำเสีย ผ่านกระบวนการเทอร์โมไซฟอน (thermosiphon) ซึ่งเป็นกระบวนการ

พัดผ่านของกระแสลมผ่านผิวน้ำและการได้รับพลังงานความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ส่งผลให้เกิดการระเหยของน้ำซึ่งต้องใช้พลังงาน 583 แคลอรีต่อการระเหยน้ำ 1 กรัม (เกษม, 2522) ส่งผลให้มวลน้ำด้านบนมีอุณหภูมิต่ำลงและมีความหนาแน่นมากและในขณะเดียวกันเกิดภาวะความกดอากาศเหนือผิวน้ำทำให้ออกซิเจนจากอากาศแทรกซึมสู่น้ำเสีย จากนั้นมวลน้ำที่มีความหนาแน่นและมีออกซิเจนมากจะจมลงสู่ก้นบ่อผลักดันมวลน้ำที่ไร้ออกซิเจนขึ้นสู่ผิวน้ำกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นซ้ำไปซ้ำมาทำให้ก้นบ่อมีออกซิเจนให้จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ตลอดเวลาและอีกกระบวนการหนึ่งคือกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ของสาหร่ายแพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียบางกลุ่มที่จะเติมออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ในระบบนอกจากนี้ภายในระบบบำบัดยังมีการเลี้ยงปลาไนเพื่อควบคุมปริมาณสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชอีกด้วย (นฤชิต, 2554)

จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกลไกธรรมชาติช่วยธรรมชาติ ส่งผลให้น้ำเสียชุมชนมีความสกปรกในรูปบีโอดีลดลงต่ำกว่าค่ามาตรฐานกำหนด

เพียงไหลผ่านบ่อผึ่งที่ 2 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัด ร้อยละ 95 (สตรีไทย, 2544; เพียนจิต, 2549; ธนิศร์, 2556) แต่เนื่องจากระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียเป็น ระบบเปิด (open system) จึงได้รับอิทธิพลจาก สิ่งแวดล้อมภายนอกอยู่ตลอดเวลาอาทิเช่น ปริมาณรังสี แสงอาทิตย์ กระแสลม น้ำฝนและฤดูกาล เป็นต้น ส่งผล ให้ระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียในช่วงเดือน พฤษภาคม 2556 – กุมภาพันธ์ 2557 ซึ่งเป็นช่วงฤดู หนาวเข้าสู่ฤดูร้อนเกิดปรากฏการณ์สาหร่ายบูม โดยเฉพาะในบ่อผึ่งที่ 2 น้ำมีสีเขียวเข้มมากกว่าบ่ออื่น และจากการเก็บตัวอย่างน้ำเบื้องต้นพบการบูมของไซยา โนแบคทีเรียกลุ่ม *M.aeruginosa* นอกจากนี้ยังพบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบลดลงอีกด้วย ส่วนปลานิลที่เลี้ยงไว้เพื่อควบคุมปริมาณสาหร่ายและ แพลงก์ตอนพืชในบ่อก็ตาย จากปัญหาดังกล่าวจึงต้องม ีการศึกษาและหาผลของการเพิ่มจำนวนของ *M.aeruginosa* ต่อคุณภาพน้ำเสียในช่วงฤดูหนาวเข้าสู่ ฤดูร้อนในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2557 ภายใน ระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียของโครงการแหลม ผักเบี้ยฯ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการ ป้องกันปัญหาสาหร่ายบูมภายในระบบเทคโนโลยีบ ำบัดน้ำเสีย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำในระบบเทคโนโลยีบำบัด น้ำเสียของโครงการแหลมผักเบี้ยฯ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ในบ่อผึ่งที่ 2 เนื่องจากการสังเกตในบ่อ น้ำมีสีเขียวเข้มผิดปกติและมีตะกอนแขวนลอยในน้ำมาก แตกต่างจากบ่ออื่น โดยเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณกึ่งกลาง บ่อ (รูปที่ 1) ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ ด้วยวิธีการจ้วงเก็บ (grap sampling) ในช่วงเวลา 11.00-13.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่คุณภาพน้ำใน

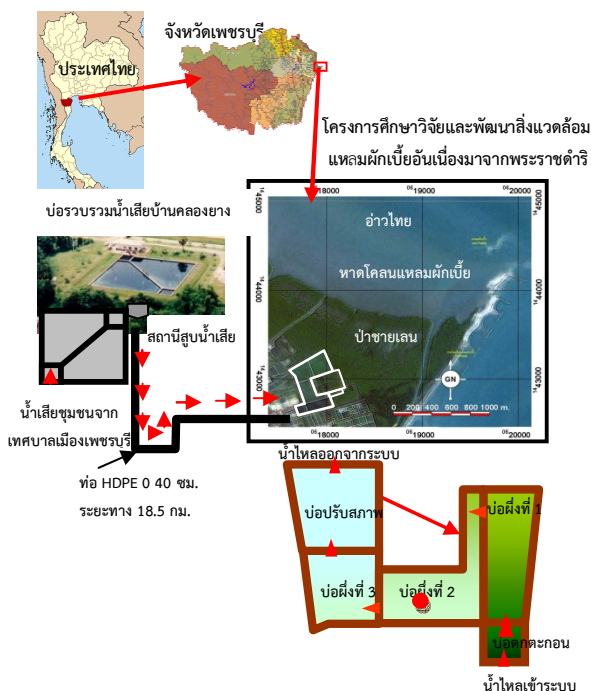
ระบบบำบัดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง (ธนิศร์, 2556; Pattamapitoot et al., 2013) เก็บตัวอย่างน้ำด้วย ขวดเก็บตัวอย่างน้ำพลาสติกโพลีเอทิลีน (polyethylene; PE) ขนาดความจุ 1 ลิตร ทุก 2 วัน เป็นเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2557 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1) การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen; DO) และอุณหภูมิ (temperature; temp) ด้วยเครื่อง DO meter ยี่ห้อ WTW รุ่น pulti 3410 ของแข็งละลาย ทั้งหมด (total dissolved solid; TDS) และค่าการนำ ไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) ด้วยเครื่อง ECmeter ยี่ห้อ WTW รุ่น Cond 3210 และความเป็น กรดด่าง (pH) ด้วย pH meter ยี่ห้อ WTW รุ่น pH 3210

2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและ เคมี ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย (suspended solid; SS) ค่าความสกปรกในรูปปฏิกิริยา (biochemical oxygen demand; BOD) แอมโมเนียม (ammonium; NH_4^+) และฟอสฟอรัสรวมทั้งหมด (total phosphorus; TP) ในห้องปฏิบัติการโครงการแหลมผักเบี้ยฯ ตามวิธี มาตรฐานของ APHA, AWWA and WPCF (1995)

3) เก็บตัวอย่าง *M.aeruginosa* ในระบบ เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียของโครงการแหลมผักเบี้ยฯ ตั้งแต่เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ จำนวน 4 ครั้ง ทุก 10 วัน ด้วยถุงกรองแพลงก์ตอน (plankton net) ขนาด ความกว้างของตา 40 ไมครอน โดยดักน้ำตัวอย่างในบ่อ 20 ลิตร กรองผ่านถุงกรอง นำตัวอย่างที่อยู่ในบล็อ กเกอร์ ใส่ขวดเก็บตัวอย่างพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร และเติมน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และแช่ในน้ำแข็งเพื่อรักษาตัวอย่าง และ วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของลัดดาและโสภณา (2546)



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาวิจัย

หมายเหตุ: ● คือจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. กระบวนการบำบัดของระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียโครงการแหลมผักเบี้ย

น้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีจะถูกรวบรวมมายังระบบรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง (รูปที่ 1) ซึ่งมีการแยกเศษขยะออกจากน้ำเสียด้วยตะแกรงและตกตะกอนกรวดทราย จากนั้นน้ำเสียจะถูกสูบผ่านท่อ HDPE เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 40 เซนติเมตร ในระบบปิดระยะทาง 18.5 กิโลเมตร เข้าสู่บ่อตกตะกอนภายในโครงการแหลมผักเบี้ย ซึ่งจะถูกบำบัดด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกในการตกตะกอนวัตถุหนักที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสีย จากนั้นน้ำเสียจะไหลผ่านสายขอบบ่อจากบ่อตกตะกอนไปยังบ่อผึ่งที่ 1 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งจะผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการเทอร์มิโซฟอนและกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นการเติม

ออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะไหลผ่านสายขอบบ่อไปบ่อปรับสภาพต่อไป

สำหรับน้ำเสียชุมชนที่เข้ามาบำบัดในระบบจะไหลผ่านสายขอบบ่อโดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียให้น้ำเสียที่ไหลผ่านสายขอบบ่อมีความหนา 3-7 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความหนาที่ทำให้ออกซิเจนแทรกซึมลงในน้ำเสียได้ดีที่สุดโดยแต่ละบ่อมีสายขอบที่น้ำไหลผ่านความยาวไม่เท่ากันตั้งแต่บ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 2 3 และบ่อปรับสภาพดังนี้ 19.78 17.92 16.71 18.47 และ 16.75 เมตร ตามลำดับ (ธนวัฒน์, 2556; Satreethai et al., 2013) โดยมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (detention time) ตั้งแต่บ่อตกตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 ถึงบ่อผึ่งที่ 3 และบ่อปรับสภาพ เท่ากับ 5 12 15 13 และ 14 วัน ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 59 วัน (เพียนจิต, 2549) นอกจากนี้ในระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียยังมีการ

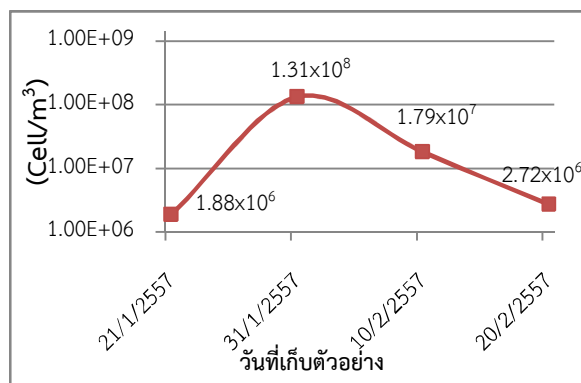
เลี้ยงปลานิลซึ่งเป็นปลากินพืชโดยไม่ให้อาหารในอัตรา 4 ตัว/พื้นที่ผิวน้ำ 1 ตารางเมตร เพื่อควบคุมปริมาณสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืช (นฤชิต, 2554) ส่วนตะกอนก้นบ่อจะมีการลอกทุก 5 ปี โดยครั้งล่าสุดที่ทำการขุดลอกเมื่อ ตุลาคม 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 เพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกปล่อยลงสู่ป่าชายเลนธรรมชาติบริเวณพื้นที่โครงการแหลมผักเบี้ยฯ ต่อไป

2. ปริมาณ *M.aeruginosa*

M.aeruginosa อยู่ใน Division Cyanophyta, Class Chroococcaceae, Order Chroococcales, Family Chroococcaceae, Genus: *Microcystis*, Species: *aeruginosa* (Desikachary, 1959) ลักษณะเซลล์มีรูปร่างกลม ไม่แน่นอน มีขนาดเล็ก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์เซลล์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2-6.6 ไมโครเมตร (watanabe et. al, 1996) เซลล์มีสีเขียวแกมน้ำเงินอ่อน ๆ ภายในโครโมพลาสต์มีก๊าซแควโอล (gas vacuole) ลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีเหลืองกระจายอยู่ทั่วไป มีคลอโรฟิลล์ เอ บี และซี (chlorophyll a, b and c) เซลล์จะรวมตัวกันเป็นกลุ่มโคโลนีมีเมือกหุ้ม (sheath) ที่ไม่มีสี ลักษณะของกลุ่มเซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน (Haider et al, 2003)

ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโปรแคริโอตที่สามารถเจริญได้ในทุกสภาพ ทนต่อสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้ดี

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อผึ่งที่ 2 ของระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย โครงการแหลมผักเบี้ยในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2557 พบ *M.aeruginosa* ในช่วงเดือนมกราคมซึ่งอยู่ในช่วงกลางฤดูหนาว มีปริมาณ 1.88×10^6 cell/m³ และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นสูงสุดในช่วงปลายเดือนมกราคมมีค่าเท่ากับ 1.31×10^8 cell/m³ จากนั้นจะมีปริมาณลดลงเมื่อเข้าเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อน ในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีค่าเท่ากับ 1.79×10^7 cell/m³ และ 2.72×10^6 cell/m³ ตามลำดับ (รูปที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่าปลานิลที่เลี้ยงไว้ในระบบเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียเริ่มตายลงเนื่องจาก *M.aeruginosa* สามารถสร้าง microcystin ซึ่งเป็นสารพิษชนิด hepatotoxin ออกฤทธิ์ต่อระบบการหายใจและทำลายเนื้อเยื่อตับของปลา (กาญจนาภรณ์, 2527; ลัดดาวัลย์, 2541; อาภารัตน์และคณะ, 2541; Nishiwaki-Matsushima et al, 1992; Anderson et al, 1993; Lee, 1995; Willen and Maltsson, 1997; Oor and Jones, 1998; Vasconcelos and Pereira, 2001; Hoeger et al, 2007; Prakash et al, 2009; Wang et al., 2010)



รูปที่ 2 ความหนาแน่นของ *M.aeruginosa* ในระบบ

ที่มา: เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2557)

3. คุณภาพน้ำเสีย

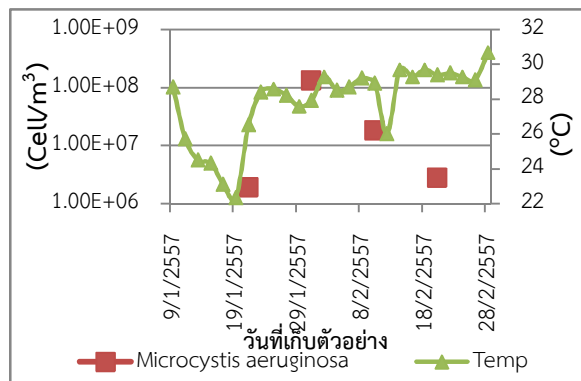
คุณภาพน้ำเสียในบ่อฝังที่ 2 ช่วงต้นเดือนมกราคมมีอุณหภูมิน้ำค่อนข้างต่ำอยู่ที่ 22.3°C และเพิ่มขึ้นในปลายเดือนอยู่ที่ 27.9°C เป็นช่วงที่มีปริมาณ *M.aeruginosa* มีการเจริญมากที่สุด จากนั้นอุณหภูมิน้ำจะเพิ่มขึ้นถึง 30.7°C ในเดือนกุมภาพันธ์ (ตารางที่ 1) สำหรับปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) ที่มีค่าสูงในเดือนมกราคม 140 mg/L และมีแนวโน้มลดลงในกุมภาพันธ์เฉลี่ยเหลือเพียง 40 mg/L แต่ยังเกินค่ามาตรฐาน เช่นเดียวกับค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) ที่มีแนวโน้มลดลงเช่นกันจากเดือนมกราคมที่มีค่าสูง 35.0 mg/L เมื่อเข้าสู่เดือนกุมภาพันธ์มีค่าสูง 45.6 mg/L เนื่องจากจุลินทรีย์มีการย่อยสลายเซลล์ของ *M.aeruginosa* ที่ตายลงและในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์มีค่าลดลงเหลือ 18.9 mg/L ส่วนปริมาณของแข็งละลายได้ (TDS) พบว่ามีแนวโน้มลดลงเช่นกันจากเดือนมกราคมที่มีค่า 628 mg/L เหลือ 491 mg/L ในเดือนกุมภาพันธ์ อยู่ในมาตรฐานกำหนดและสำหรับค่าแอมโมเนียม (NH_4^+) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคมที่มีค่า 0.14 mg/L เพิ่มขึ้นเป็น 3.41 mg/L ในเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้เนื่องจากการปลดปล่อยจากกระบวนการย่อยสลายของ *M.aeruginosa* ที่ตายลงและเมื่อย่อยสลายหมดปริมาณแอมโมเนียมก็ลดลงเหลือ 1.04 mg/L ในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์และฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคมที่มีค่า 0.63 mg/L เป็น 2.89 mg/L ในเดือนกุมภาพันธ์เกินค่ามาตรฐานกำหนด (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีค่าค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง $6.16\text{--}15.07\text{ mg/L}$

โดยในเดือนมกราคมมีค่าสูงสุด 15.07 mg/L และเดือนกุมภาพันธ์มีค่าสูงถึง 13.88 mg/L เนื่องจาก *M.aeruginosa* สามารถสังเคราะห์แสงได้จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มาก ส่งผลให้จุลินทรีย์นำออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำปฏิกิริยากับน้ำเป็นกรดคาร์บอนิกแตกตัวเป็นคาร์บอนेटและไบคาร์บอนेटและถูก *M.aeruginosa* นำไปใช้ส่งผลให้น้ำมีสภาพเป็นด่าง โดยมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) อยู่ในช่วง $7.99\text{--}9.13$ (ตารางที่ 1)

4. ผลของการเพิ่มจำนวน *M.aeruginosa* ต่อคุณภาพน้ำเสีย

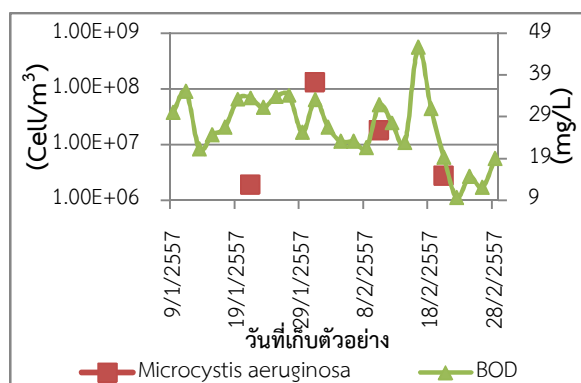
จากการศึกษาพบว่า *M.aeruginosa* มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยพบว่ามีปริมาณมากในฤดูหนาวซึ่งมากที่สุดในเดือนมกราคมและลดลงเมื่อเข้าสู่เดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงรอยต่อระหว่างฤดูหนาวเข้าสู่ฤดูร้อน เนื่องจากน้ำเสียมีอุณหภูมิต่ำในช่วงเดือนมกราคมมีค่าอยู่ในช่วง $22.3\text{--}27.9^{\circ}\text{C}$ ปริมาณ *M.aeruginosa* จะมีมากเนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่น้ำที่เหมาะสมกับการเจริญของ *M.aeruginosa* อยู่ที่อุณหภูมิ $23.5\text{--}29.5^{\circ}\text{C}$ (Liping et al., 2013) และเมื่อเข้าสู่เดือนกุมภาพันธ์น้ำเสียมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 30.7°C ปริมาณ *M.aeruginosa* จึงลดลงตามลำดับ (รูปที่ 3) สำหรับของแข็งแขวนลอย (SS) พบว่ามีค่าเพิ่มสูงสุดในเดือนมกราคมเฉลี่ย 63 mg/L เนื่องจาก *M.aeruginosa* ที่มีปริมาณมากและจากฤดูหนาวเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อนในเดือนกุมภาพันธ์ *M.aeruginosa* มีปริมาณลดลงจึงทำให้ปริมาณของแข็งแขวนลอยลดลงด้วยเฉลี่ยเหลือเพียง 49 mg/L (ตารางที่ 1)



รูปที่ 3 ผลของอุณหภูมิน้ำเสียต่อจำนวน *M.aeruginosa*

นอกจากนี้ *M.aeruginosa* ยังมีผลทำให้ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) ในเดือนมกราคมค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด 35.0 mg/L และลดลงเมื่อเข้าเดือนกุมภาพันธ์ แต่อย่างไรก็ดีในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์กลับมีค่าเพิ่มสูงขึ้นถึง 45.6 mg/L เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำเสียที่เพิ่มสูงขึ้นและไม่เหมาะสมต่อการเจริญของ *M.aeruginosa* (Liping et al., 2013) ทำให้ *M.aeruginosa* ตายและลดปริมาณลง เกิดการย่อย

สลายเซลล์ของ *M.aeruginosa* ที่ใช้ออกซิเจนจึงทำให้ค่าความสกปรกในรูปบีโอดีเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4) เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งละลายได้ (TDS) ช่วงฤดูหนาวในเดือนมกราคมที่มีค่าสูงสุด 628 mg/L และเมื่ออุณหภูมิน้ำเสียสูงขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ปริมาณของแข็งละลายได้ก็ลดลงจนอยู่ในเกณฑ์เหลือเพียง 491 mg/L (ตารางที่ 1 และรูปที่ 5)



รูปที่ 4 ผลของจำนวน *M.aeruginosa* ต่อค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD)

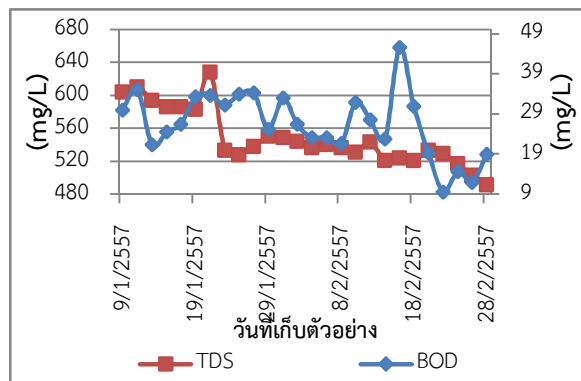
ส่วนความเป็นกรดต่างในน้ำเสียมียค่าสูงถึง 9.13 ในเดือนมกราคมที่มีการเจริญของ *M.aeruginosa* มาก ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน และมาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการอาศัยอยู่ของสัตว์น้ำ แต่เมื่ออุณหภูมิน้ำเพิ่มสูงขึ้น

ปริมาณ *M.aeruginosa* ลดลงค่าความเป็นกรดต่างของน้ำก็ลดลงเหลือเพียง 8.56 เนื่องจาก *M.aeruginosa* ใช้คาร์บอนเนต และไบคาร์บอนเนตเป็นแหล่งพลังงานในการสังเคราะห์แสงมีปริมาณลดลง

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำเสียในบ่อฝังที่ 2 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2557)

วันที่เก็บตัวอย่าง	Temp (°C)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	pH (-)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	TP (mg/L)
9/1/2557	28.7	85	30.0	604	8.26	8.89	0.14	0.63
11/1/2557	25.7	70	35.0	610	7.47	8.63	1.46	0.69
13/1/2557	24.5	44	21.3	594	8.31	8.63	0.54	1.10
15/1/2557	24.3	50	24.6	586	8.84	8.45	1.26	1.05
17/1/2557	23.1	28	26.4	586	9.52	8.55	1.34	0.71
19/1/2557	22.3	63	33.3	583	9.15	8.80	1.86	1.19
21/1/2557	26.5	140	33.6	628	6.51	8.45	1.28	1.31
23/1/2557	28.4	56	31.2	533	10.10	8.84	1.94	1.37
25/1/2557	28.6	70	33.9	528	15.07	9.13	1.59	1.90
27/1/2557	28.2	41	34.2	538	12.15	8.86	2.01	1.27
29/1/2557	27.6	70	25.2	550	6.77	8.36	0.38	0.69
31/1/2557	27.9	44	33.0	549	7.70	8.52	1.58	1.38
เฉลี่ย	26.3	63	30.1	574	9.15	8.68	1.28	1.11
2/2/2557	29.3	36	26.4	544	8.94	8.47	0.65	0.32
4/2/2557	28.5	39	23.1	536	10.14	8.83	1.85	0.33
6/2/2557	28.7	48	23.1	540	8.54	8.56	2.03	1.74
8/2/2557	29.2	70	21.6	536	12.56	8.90	1.85	0.32
10/2/2557	28.9	53	31.8	531	10.95	8.50	1.76	1.65
12/2/2557	26.0	41	27.6	543	7.07	8.14	2.39	2.96
14/2/2557	29.7	61	22.8	521	10.41	8.45	0.69	0.78
16/2/2557	29.3	61	45.6	524	12.66	8.47	0.59	0.82
18/2/2557	29.7	47	30.9	521	11.90	8.47	3.16	1.35
20/2/2557	29.4	30	19.2	533	6.16	7.99	3.41	1.87
22/2/2557	29.5	50	9.6	529	8.59	8.34	3.27	0.90
24/2/2557	29.3	64	14.7	517	7.43	8.29	3.02	0.37
26/2/2557	29.1	47	12.0	503	8.28	8.12	3.33	1.66
28/2/2557	30.7	40	18.9	491	13.88	8.56	1.04	2.89
เฉลี่ย	29.1	49	23.4	526	9.82	8.44	2.07	1.28
ค่ามาตรฐาน	23-32 ²	<30 ¹	<20 ¹	<500 ¹	>3 ²	5.5-9.0 ¹ 6.5-9.0 ²	0.06 ²	<2 ¹

หมายเหตุ: ¹ ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน และ ² ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการอาศัยของสัตว์น้ำ



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งละลายได้ (TDS) และความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD)

สรุปผลการวิจัย

M.aeruginosa ที่พบในบ่อฝิ่งที่ 2 ในช่วงฤดูหนาวของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจากเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ คือ ปริมาณเพิ่มขึ้นในฤดูหนาวและลดลงในฤดูร้อน นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ *M.aeruginosa* ยังมีอิทธิพลกับคุณภาพน้ำ คือ ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายซากของ *M.aeruginosa* ที่ตายลงและมีผลต่อปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) เนื่องจากขนาดเซลล์ ของ *M.aeruginosa* มีขนาดใหญ่ไม่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองได้ ส่วนของแข็งละลายได้ (TDS) เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่จากการย่อยสลาย *M.aeruginosa* มีปริมาณสูงและสุดท้ายส่งผลต่อความเป็นกรดต่าง (pH) เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำเป็นกรดคาร์บอนิกและแตกตัวเป็นคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต ซึ่งเป็นกรดอ่อนและเป็นคาร์บอนในรูปที่ *M.aeruginosa* และแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ จึงส่งผลให้น้ำมีสภาพเป็นด่าง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาและโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกษม จันทรแก้ว. (2522). เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา อดุณยนิเทศวิทยาใกล้ผิวดิน. ภาควิชาอนุรักษ วัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 235 หน้า
- กาญจนาภรณ์ ลีวนโมมนต์. (2527). สาทราย. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 43 หน้า.
- เพ็ญจิต ภิโยธม. (2549). ระยะเวลาเก็บกักและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วย ระบบบ่อฝิ่งขนาดใหญ่: กรณีศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 126 หน้า.
- นฤชิต คำปิ่น. (2554). แบบจำลองอัตราความหนาแน่นการปล่อยปลาไนล์ (*Oreochromis niloticus*) ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่ง โครงการศึกษาวิจัย และพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 157 หน้า.

- ลัดดาวัลย์ ปัญจิโรจน์. (2541). การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบกึ่งไร้อากาศ จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 209 หน้า.
- ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. (2546). คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์หีฟลงก่ต่อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 170 หน้า.
- ธนิศร์ ปัทมพิฑูร. (2556). ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของรังสีแสงอาทิตย์ต่อการลดปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและแบคทีเรียก่อโรคในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 หน้า.
- ธนวัฒน์ จินจาร์ภย์. (2557). สมดุลน้ำในระบบบ่อฝิ่งบำบัดน้ำเสียโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 186 หน้า.
- สตรีไทย สลิตติ. (2544). ระยะเวลาและจำนวนบ่อฝิ่งที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีตำบลแหลมผักเบี้ยอำเภอบ้านแหลมจังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร. 185 หน้า.
- สตรีไทย พุ่มไม้. (2556).แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ควบคุมความหนาของน้ำเสียที่ไหลผ่านสันขอบบ่อบำบัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 138 หน้า.
- อาภารัตน์ มหาจันทร์, ประไพภัทร คลังทรัพย์, พรณรัตน์ รัตนโชติ, วัลลภา อรุณไพโรจน์, โทโมฮารุ ซาโน, มาโกโตะ เอ็มวาทานาเบ. (2541). ความเป็นพิษของสาหร่ายที่ผลิตสารพิษในประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมเรื่อง สาหร่ายผลิตสารพิษในแหล่งน้ำจืด: ปัญหาและแนวทางแก้ไข; วันที่ 25 พฤศจิกายน 2541. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- APHA, AWWA and WPCF. (1995). Standard method for examination of water and waste water. 19th (ed). Washington DC: American Public Health Association. 1134 p.
- Anderson, R.J., Luu, H.A., Chen, D.Z.X., Holmes, C.F.B., Kent, M.L., Leblanc, L., Taylor, F.J.R. and Williams, D.E. (1993). Chemical and biological evidence links microcystins to salmon "netpen liver disease":Toxicon 31: 1315-1323.
- Desikachary, T.V. (1959). Cyanophyta. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 236p.
- Haider, S., Naithani, V., Viswanathan, P.N. and Kakkar, P. (2003). Cyanobacterial toxins: a growing environmental concern. Chemosphere 52:1-21.
- Hoeger, S.J., Schmad, D., Blom, J.F., Ernst, B. and Dietrich, D.R. (2007). Analytical and functional characterization of microcystins [Asp³] MC-RR and [Asp³, Dhb⁷]MC-RR: consequences for risk assessment? Journal of Environmental Science and Technology 41: 2609-2616.
- Lee, Y.K. and Ding, S.Y. (1995). Effect of dissolved oxygen partial pressure on the accumulation of astaxanthin in chemostat cultures of *Heematococcus lacustris* (Chlorophyta). Phycol. 31: 922-924.
- Nishiwaki-matsushima, Ohta, R.T., Nishiwaki, S., Suganuma, M., Kohyama, K., Ishikawa, T., Carmichael, W.W. and Fujiki, H. (1992). Liver tumor promotion by cyanobacterial cyclic peptide toxin microcystin LR. Journal of Cancer Research and Clinical Oncology 118: 420-424.
- Orr, P.T., and Jones, G.J. (1989). Relationship between microcystin production and cell division rates in nitrogen-limited *Microcystis aeruginosa* cultures. Limnology and Oceanography 43: 1604-1614.
- Pattamapitoot, T., Sirirote, P., Pakkong, P. and Chunkao, K. (2013). Nature of Solar Radiation as Encouraged to Produce an Increment of Dissolved Oxygen and Hydrogen Peroxide in

- Oxidation Ponds for Community Wastewater Treatment at H.M.The King's LERD Project Site in Phetchaburi Province, Thailand. *Modern Applied Science* 7(6): 26-41.
- Pommai S., Chunkao, K., Dumpin, N., Boonmang, S. and Nimpee, C. (2013). Determining the In-pipe anaerobic processing distance before draining to oxidationpond of municipal wastewater treatment. *International Journal of Environmental Science and Development* 4: 157-162.
- Prakash, S., Lawton, L.A. and Edward, C. (2009). Stability toxigenic *Microcystis* blooms. *Journal Harmful Algae* 8: 377-384.
- Vasconcelos, V.M. and Pereira, E. (2001). Cyanobacteria diversity and toxicity in a wastewater treatment plant (Portugal). *Journal water Research* 35(5): 1354-1357.
- Wang, L, Liu, L. and Zheng, B. (2013). Eutrophication development and its key regulating factors in a water-supply reservoir in North China. *Journal of Environmental Science* 25: 962-970.
- Wang, L., Qinghua, C., Zhang, M., Xu, Y., Kong, L. and Tan, L. (2010). Estimating In Situ Growth Rate Of *Microcystis* By Fdc Technique, With Comparison Of Different Sampling Periods - A Case Study From Xiangxi Bay, Three Gorges Reservoir, China[J]. *Fresenius Environmental Bulletin* 19(8): 1576-1581.
- Watanbe, M.F., Harada, K., Carmichae, W.W. and Fujiki, H. (1996). *Toxic Microcystis*. New York: CRC Press. 262 p.
- Willen, T. and Mattsson, R. (1997). Water-blooming and toxin-producing cyanobacteria in Swedish fresh and brackish water 1981-1995. *Hydrobiologia* 353: 181-192.

