ความเป็นไปได้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์โดยใช้ต้นกกราชินีเป็นพืชบำบัด

Possibility of Electricity Generation from Wastewater Treatment System Constructed Wetland Using Cyperus Involucratus Roxb

รัตนาภรณ์ จันทค่อม[1], วรวัฒน์ น้อยหมื่นไวย[1*], เพชร เพ็งชัย[2]

Rattanaporn Jantakom[1], Worawat Noimuenwai[1*], Pecth Pengchai[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและการเกิดไฟฟ้าของบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลอิสระด้านบน 2 ชนิดต่อไปนี้ 1) บึงประดิษฐ์ที่ปลูกพืชต้นกกราชินี (FWSCW-P) และ 2) บึงประดิษฐ์ที่ไม่ปลูกพืช (FWSCW-NP) บ่อบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในการทดลองกว้าง 0.3 เมตร ยาว 2.7 เมตร มีระดับน้ำลึก 0.1 เมตร แต่ละบ่อถูกป้อนด้วยน้ำเสียสังเคราะห์ที่ทำจากนม แป้ง และน้ำประปาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 68 วัน อัตราภาระบรรทุกซีโอดีเท่ากับ 0.0178 กิโลกรัม/ตารางเมตร/วัน ระยะเวลากักเก็บของน้ำในบ่อเท่ากับ 81 ชั่วโมง ขั้วแอโนดและขั้วแคโทดทำจากแผ่นแกรไฟต์ขนาด 100 ตารางเซนติเมตรถูกติดตั้งลงในดินบริเวณก้นบ่อและบนผิวน้ำในบ่อตามลำดับ ผลการเดินระบบพบว่า บ่อมีพืชมีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี ไนไตรท์ แอมโมเนีย และฟอสเฟต สูงกว่าบ่อไม่มีพืช สำหรับไนเตรทพบว่าบ่อมีพืชมีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำว่าบ่อไม่มีพืชในช่วงแรก แต่จะสูงกว่าในช่วงหลังของการเดินระบบ ส่วนการบำบัดซัลเฟตนั้นพบว่าทั้งบ่อมีพืชและบ่อไม่มีพืชมีประสิทธิภาพการบำบัดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของ ซีโอดี ไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนีย ฟอสเฟต และซัลเฟต ของบ่อมีพืชมีค่าเท่ากับร้อยละ 78, 62, 61, 88, 74 และ 40 ตามลำดับ ในการวิเคราะห์ค่าทางไฟฟ้า พบว่าในช่วงเวลาเที่ยงวัน กำลังไฟฟ้าของบ่อมีพืชมีค่าอยู่ในช่วง 0.069 - 0.738 มิลลิวัตต์ ซึ่งใกล้เคียงกับบ่อไม่มีพืช (0.060 - 0.725 มิลลิวัตต์) แต่ในช่วงเวลาเที่ยงคืน พบว่าบ่อมีพืชมีค่ากำลังไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.029 - 0.734 มิลลิวัตต์ ซึ่งสูงกว่าบ่อไม่มีพืช (0.011 - 0.391 มิลลิวัตต์) โดยรวมแล้วกล่าวได้ว่าบ่อมีพืชสามารถบำบัดน้ำเสียและผลิตไฟฟ้าได้ดีกว่าบ่อไม่มีพืช

คำสำคัญ: ต้นกกราชินี บึงประดิษฐ์แบบไหลอิสระด้านบน ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย ผลิตไฟฟ้า

Abstract

This project aims to compare the ability of wastewater treatment and electricity production of the two following Free Water Surface constructed wetlands (FWSCWs): 1) FWSCW planted with *Cyperus involucratus Roxb.* (FWSCW-P) and 2) FWSCW without plants (FWSCW-NP). An experiment was carried

---

[1] นิสิตปริญญาตรี [2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1] Undergraduate Student [2] Lecturer, Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand

[*] Corresponding author: Worawat Noimuen, Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

out in the FWSCWs which had 0.3 m wide, 2.7 m long, and 0.1 m water deep. Synthetic wastewater made from milk flour and tap water of 600-800 mg COD/l was continuously fed to each FWSCW for 68 days. COD loading rate was kept at 0.0178 kg COD/m^2/day; hydraulic retention time was retained at 81 hours. Anodes and cathodes made from 100 m^2 graphite plates were installed inside the soil at the bottom of FWSCW and on the water surface, respectively. As a result, FWSCW-P had higher efficiencies for COD, nitrite, ammonia, and phosphate removal. In terms of nitrate removal efficiencies, FWSCW-P showed lower values at the beginning and became higher at the end of the operating period. For sulfate treatment, FWSCW-P and FWSCW-NP had comparable removal efficiencies. Average removal efficiencies of COD, nitrate, nitrite, ammonia, phosphate, and sulfate of FWSCW-P were 78%, 62%, 61%, 88%, 74%, and 40%, respectively. In terms of electrical power, FWSCW-P produced 0.069 - 0.738 mW at 12.00 pm which comparable to those produced by FWSCW-NP (0.060 - 0.725 mW). However, at 12.00 am, FWSCW-P produced 0.029 - 0.734 mW which was higher than FWSCW-NP (0.011 - 0.391 mW). In conclusion, the FWSCW-P appeared to be superior than the FWSCW-NP in wastewater treatment and electricity production.

Keywords: *Cyperus involucratus Roxb*, Free Water Surface constructed wetlands, ability of wastewater treatmen, electricity production

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบัน มีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงต่างๆ เป็นจำนวนมาก เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันเป็นต้น พลังงานเชื้อเพลิงดังกล่าวนั้นมีผลทำให้เกิดปัญหาต่างๆโดยเฉพาะปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) และยังเป็นพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดซึ่งมีปริมาณลดน้อยลงทุกปี หากในอนาคตยังมีการใช้พลังงานต่อไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้เชื้อเพลิงที่มีอยู่หมดลง จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้ต้องมีการคิดค้นหาพลังงานใหม่มาทดแทน เช่น พลังงานจากลม พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานจากน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ และยังมีพลังงานที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งคือพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพ

เซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบโดยที่ทั้งสองส่วนจะถูกแบ่งด้วยเยื่อเลือกผ่านโปรตอน (Proton Exchange Membrane; PEM) ในส่วนของขั้วบวกหรือขั้วแอโนดนั้นจะเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลชีพทำให้เกิดการปล่อยโปรตอนและอิเล็กตรอนออกมา ซึ่งอิเล็กตรอนนี้จะเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบหรือขั้วแคโทดโดยไหลผ่านสายไฟออกไปทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ปัจจุบันนักวิจัยให้ความสนใจเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพมากขึ้นเรื่อยๆแต่การใช้งานของเซลเชื้อเพลิงจุลชีพยังมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ยังมีปริมาณน้อยเช่น 0.26 มิลลิวัตต์[1] ขั้วไฟฟ้าและเยื่อเลือกผ่านโปรตอนหายากและมีราคาแพง ในการนี้คณะผู้วิจัยเล็งเห็นความเป็นไปได้ในการใช้ดินและต้นพืชแทนเยื่อเลือกผ่านโปรตอนในเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพโดยนำมาใช้ในรูปแบบบึงประดิษฐ์ ซึ่งนอกจากจะผลิตกระแสไฟฟ้าได้แล้วยังสามารถบำบัดน้ำเสียได้ด้วย เมื่อน้ำเสียไหลเข้าบึงประดิษฐ์ สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนจมตัวลงสู่ก้นบึง และถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำ และจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำลงมา ออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้น ของระบบ การลดปริมาณไนโตรเจนจะเป็นไปตามกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) และดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดินส่วนพื้นบ่อ และพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถกำจัดโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้บางส่วนอีกด้วย[2]

ณัฐวุฒิ[1] ได้สร้างเซลเชื้อเพลิงจุลชีพโดยใช้ต้นกกราชินีขนาด 4.5 ลิตรใช้ความต้านทานภายนอก 100 โอห์มและใช้น้ำเสียสังเคราะห์ในการทดลอง ได้ความหนาแน่นกำลังไฟฟ้า (Power density) เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.99 มิลลิวัตต์/ตารางเมตร (ของขั้วแอโนด) พร้อมกับได้ศึกษาการเพิ่มความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าของเซลล์จำนวน 6 เซลล์โดยนำมาต่อทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน พบว่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าแบบอนุกรมสูงกว่าแบบขนานโดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.06 และ 5.37 มิลลิวัตต์/ตารางเมตร และยังสามารถบำบัดซีโอดีในน้ำเสียได้ 53.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน ธันยนันท์และณัฐวุฒิ[3] ได้ศึกษาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากรากของต้นกกโดยกำหนดระยะห่างระหว่างขั้วแอโนดและแคโทด ที่ 10, 15 และ 20 เซนติเมตร จำนวนของต้นกกที่ 0, 10 และ 25 ต้น ตามลำดับโดยจะใช้แผ่นแกรไฟต์เฟลต์เป็นขั้วแอโนดและแคโทด จากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือที่ระยะห่างระหว่างขั้วที่ 10 เซนติเมตร และจำนวนต้นกก 25 ต้น ซึ่งทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดคือ 0.26 มิลลิวัตต์ โดยคิดเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในกรณีไม่ใช้ต้นกก อย่างไรก็ตามในประเทศไทยงานวิจัยที่ทดลองนำเซลเชื้อเพลิงจุลชีพแบบบึงประดิษฐ์ไปใช้บำบัดน้ำเสียจริงนั้นยังมีจำนวนจำกัด ส่วนใหญ่มักปลูกพืชในภาชนะเล็กๆใส่น้ำนิ่ง (ถังปฏิกิริยาแบบ Batch) คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างเซลเชื้อเพลิงจุลชีพจากบึงประดิษฐ์ที่ใช้บำบัดน้ำเสียแบบต่อเนื่อง เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้บึงประดิษฐ์ที่มีอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไปมาผลิตกระแสไฟฟ้าภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพพร้อมทั้งศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบไหลอิสระด้านบน โดยเปรียบเทียบระบบบึงประดิษฐ์แบบใช้ต้นกกราชินีเป็นพืชบำบัดและระบบบึงประดิษฐ์แบบไม่ใช้พืช

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีสร้างบ่อบึงประดิษฐ์และการเดินระบบ

บ่อบึงประดิษฐ์แบ่งออกเป็น 2 บ่อ คือ บ่อมีพืชและบ่อไม่มีพืช โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) สร้างบ่อขนาด ยาว 270 เซนติเมตร กว้าง 30 เซนติเมตรสูง 25 เซนติเมตร จำนวนสองบ่อด้วยอิฐบล็อกและปูนซีเมนต์พร้อมกับรองบ่อด้วยผ้ายางกันน้ำ

2) ติดตั้งถังบรรจุน้ำเสียขนาด 200 ลิตร จำนวนสามถังพร้อมติดตั้งปั๊มสูบน้ำเพื่อส่งน้ำขึ้นสู่ถังขนาด 70 ลิตรสำหรับจ่ายน้ำเข้าระบบบึงประดิษฐ์

3) ทำขั้วแอโนดและขั้วแคโทด โดยสำหรับขั้วแอโนดนั้นทำจากแผ่นแกรไฟต์ (บริษัทโตโย ทันโซะ) ขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร (100 ตารางเซนติเมตร) เชื่อมต่อกับสายไฟ ส่วนขั้วแคโทดนั้นทำจากแผ่นแกรไฟต์ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร (100 ตารางเซนติเมตร) เชื่อมต่อกับสายไฟ

4) ประกอบเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพ โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบดังแสดงใน Figure 1

4.1) บ่อมีพืชแบบใช้ต้นกกราชินีเป็นพืชบำบัด เริ่มจากนำดินใส่ลงบ่อที่เตรียมไว้ให้สูงจากพื้นบ่อ 7 เซนติเมตร นำขั้วแอโนดจำนวน 6 ขั้ววางลงบนดินในบ่อโดยกำหนดให้มีระยะห่างระหว่างขั้ว 30 เซนติเมตร จากนั้นนำต้นกกวางลงโดยให้รากสัมผัสกับขั้วแอโนดที่เตรียมไว้แล้วใส่ดินอีกครั้งให้ดินถมขั้วแอโนดโดยผิวดินสูงจากพื้นบ่อ 10 เซนติเมตร จากนั้นนำขั้วแคโทดที่เตรียมไว้มาแนบเข้ากับลำต้นกกโดยห่างจากขั้วแอโนด 10 เซนติเมตรแล้วเติมน้ำเสียสังเคราะห์เข้าระบบให้ระดับน้ำสูงจากดิน 10 เซนติเมตร สังเกตเห็นว่าน้ำในบ่อขณะเดินระบบจะท่วมครึ่งหนึ่งของขั้วแคโทด

4.2) บ่อไม่มีพืช มีขั้นตอนการประกอบเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพเหมือนกันกับบ่อมีพืช แต่บ่อไม่มีพืชจะไม่ปลูกพืชใดๆในบ่อ

Figure 1 Constructed wetland used in this study

5) น้ำเสียสังเคราะห์เตรียมจากการผสมนม 84.6 กรัม แป้งโกกิ 507 กรัม ลงในน้ำประปา 600 ลิตร ทำให้มีความเข้มข้น COD ในน้ำเสียสังเคราะห์อยู่ในช่วง 569.3 มิลลิกรัม COD /ลิตร ถึง 798.14 มิลลิกรัม COD /ลิตร

6) แต่ละบ่อถูกป้อนด้วยน้ำเสียสังเคราะห์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 68 วัน คิดเป็นอัตราภาระบรรทุกซีโอดีเท่ากับ 0.0178 กิโลกรัม/ตารางเมตร/วัน ระยะเวลากักเก็บของน้ำในบ่อเท่ากับ 81 ชั่วโมง

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

Table 1 Method for Water Quality Analysis[4]

Parameters	Analysis methods
COD	Closed reflux
Nitrate	Ultraviolet spectrophotometric scanning
Nitrite	Colorization
Ammonia	Nesslerization
Phosphate	Vanadomolybdophosphoric acid
Sulfate	Turbidimetric

สำหรับค่าทางด้านไฟฟ้า จะเก็บข้อมูล 2 พารามิเตอร์คือ ค่าความต่างศักย์ในวงจรเปิด (Open Circuit Voltage: OCV) และค่ากระแสไฟฟ้าที่เป็นไปได้สูงสุด (Short Circuit Current: SCC) โดยใช้เครื่องมัลติมิเตอร์ (บริษัท Suoer รุ่นS D9205a) ในการเก็บข้อมูล ข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 ค่าจะถูกนำไปคูณกันเพื่อคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เป็นไปได้สูงสุดในอุดมคติ

ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะเก็บตัวอย่างน้ำเสียเข้าระบบและน้ำที่ผ่านการบำบัดจากบ่อมีพืชและบ่อไม่มีพืชโดยแล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพจำนวน 6 พารามิเตอร์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ดังแสดงในTable 1

ผลการทดลอง

พบว่าการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์สามารถผลิตไฟฟ้าได้ดังแสดงใน Table 2 ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเมื่อเวลาเที่ยงวันของบ่อมีพืชเท่ากับ 0.738 มิลลิวัตต์ ใกล้เคียงกับบ่อไม่มีพืชซึ่งเท่ากับ 0.725 มิลลิวัตต์ ส่วนในเวลาเที่ยงคืนบ่อมีพืชมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 0.734 มิลลิวัตต์ ซึ่งสูงกว่าบ่อไม่มีพืชที่มีค่าเท่ากับ 0.391 มิลลิวัตต์ ในทำนองเดียวกัน พบว่าค่า OCV เมื่อเวลาเที่ยงวันของบ่อมีพืชเท่ากับ 0.848 มิลลิโวลต์ ใกล้เคียงกับบ่อไม่มีพืชซึ่งเท่ากับ 0.833 มิลลิโวลต์ ส่วนในเวลาเที่ยงคืน บ่อมีพืชมีค่า OCV เท่ากับ 0.863 มิลลิโวลต์ ซึ่งสูงกว่าบ่อไม่มีพืชที่มีค่าเท่ากับ 0.543 มิลลิโวลต์ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าSCC ในเวลาเที่ยงวัน ของบ่อมีพืชเท่ากับ 0.87 มิลลิแอมแปร์ ซึ่งเท่ากับบ่อไม่มีพืช 0.87 มิลลิแอมแปร์ แต่ในเวลาเที่ยงคืน พบว่าบ่อมีพืชมีค่า SCC เท่ากับ 0.85 มิลลิแอมแปร์ ซึ่งสูงกว่าบ่อไม่มีพืชที่มีค่าเท่ากับ 0.72 มิลลิแอมแปร์ จากผลข้างต้นกล่าวได้ว่าบ่อมีพืชผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าบ่อไม่มีพืชในเวลาเที่ยงคืน แต่ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ใกล้เคียงกันในเวลาเที่ยงวัน สาเหตุของปรากฏการณ์นี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิหรือค่าออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ ซึ่งจะต้องค้นคว้าต่อไปจึงสามารถอธิบายได้ชัดเจน ทั้งนี้คำนวณความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงที่สุดของบ่อมีพืชและบ่อไม่มีพืชได้ 73.8 และ 72.5 มิลลิวัตต์/ตารางเมตร(ของขั้วแอโนด) ตามลำดับ แม้ค่าที่ได้จะสูงกว่างานวิจัยอื่น[2, 3, 5] อยู่มาก แต่ก็ถือเป็นค่าสูงสุดในอุดมคติที่ยังไม่เกิดขึ้นจริง เพราะงานวิจัยนี้ไม่ได้ต่อขั้วแอโนดและแคโทดเข้ากับตัวต้านทานภายนอก

Table 2 Electrical parameters in constructed wetland

Time	OCV (mV) Average (Minimum-Maximum)		SCC (mA) Average (Minimum-Maximum)		Ideal Electrical Power (mW) Average (Minimum-Maximum)	
	FWSCW-P	FWSCW-NP	FWSCW-P	FWSCW-NP	FWSCW-P	FWSCW-NP
12.00 PM	0.438 (0.126-0.848)	0.391 (0.115-0.833)	0.67 (0.51-0.87)	0.64 (0.51-0.87)	0.311 (0.069-0.738)	0.264 (0.059-0.725)
12.00 AM	0.390 (0.064-0.863)	0.146 (0.027-0.543)	0.64 (0.46-0.85)	0.51 (0.40-0.72)	0.275 (0.029-0.734)	0.080 (0.011-0.391)

FWSCW-P: Free Water Surface Constructed Wetlands Planted with *Cyperus involucratus Roxb.*

FWSCW-NP: Free Water Surface Constructed Wetlands with No Plants

Table 3 Removal efficiencies of free water surface constructed wetlands in this study

Parameters	Average removal efficiencies (percent)	
	FWSCW-P	FWSCW-NP
1. COD	78.20	53.46
2. Nitrate	61.90	69.39
3. Nitrite	61.29	no removal
4. Ammonia	88.00	39.48
5. Phosphate	73.71	38.59
6. Sulfate	39.58	32.68

ในส่วนของคุณภาพน้ำ พบว่าบึงประดิษฐ์ทั้ง 2 แบบสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดังแสดงใน Table 3 บ่อมีพืชมีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 78.20 เปอร์เซ็นต์ ไนไตรท์ 61.29 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนีย 88.00 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟต 73.71 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพการบำบัดซัลเฟตเฉลี่ยเท่ากับ 39.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าบ่อไม่มีพืช ผลข้างต้นนี้ย้ำให้เห็นบทบาทสำคัญของต้นพืชทั้งในการบำบัดน้ำเสียและผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบบึงประดิษฐ์ ทั้งนี้ถือว่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีของบึงประดิษฐ์ในงานวิจัยนี้อยู่ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับบึงประดิษฐ์ในงานวิจัยของณัฐวุฒิ (53.5 เปอร์เซ็นต์)[1] และงานวิจัยของ Liu และคณะ (มากกว่า 92.0 เปอร์เซ็นต์)[5]

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพโดยบึงประดิษฐ์ทั้งแบบปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าทั้งสองแบบสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยแบบมีพืชเกิดกระแสไฟฟ้ามากกว่าแบบไม่มีพืช และในส่วนของความสามารถในการบำบัดน้ำเสียพบว่าแบบมีพืชสามารถบำบัด ซีโอดี ไนไตรท์ แอมโมเนีย และฟอสเฟต ได้ดีกว่าแบบไม่มีพืช

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัท TOYO TANSO ในความกรุณามอบแผ่นแกรไฟต์เพื่อให้นำมาใช้ในการทดลอง ขอขอบพระคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และสถานที่ทำการทดลอง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกทุกประการ และขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และครอบครัวของผู้จัดทำที่ส่งเสริม สนับสนุน คอยดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังใจตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

1. กรมควบคุมมลพิษ (PCD). บึงประดิษฐ์. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2559; ได้จาก http://www.pcd.go.th/count/ptechdl.cfm?FileName=constructed.pdf
2. ณัฐวุฒิ คล้ายสงคราม. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพโดยใช้ต้นกกราชินี. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2555.
3. ธันยนันท์ ไชยอินปัน และ ณัฐวุฒิ เขื่อนแก้ว. การผลิตไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพโดยกระบวนการเติบโตของพืชในส่วนราก. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.
4. อรทัย ชวาลภาฤทธิ์. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัท จุลทอง จำกัด. 2545.
5. Liu S, Song H, Li X, and Yang F. Power Generation Enhancement by Utilizing Plant Photosynthate in Microbial Fuel Cell Coupled Constructed Wetland System. International Journal of Photoenergy. 2013; 2013. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2559; ได้จาก http://www.pcd.go.th/count/ptechdl.cfm?FileName=constructed.pdfhttp://dx.doi.org/10.1155/2013/172010