บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

เซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพมีการพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยปัญหาหลัก ๆ ที่พบในเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพคือการให้ความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้าที่ต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเพิ่มความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้าโดยออกแบบเซลล์เชื้อเพลิงเป็นท่อทรงกระบอกขนาดเล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร โดยเจาะรูบริเวณผิวข้างทรงกระบอกเพื่อช่วยให้น้ำเสียไหลเข้ามาภายในเซลล์โดยการกระเพื่อมของน้ำเสียตามธรรมชาติเข้ามาในเซลล์ ทดแทนการป้อนน้ำเสียโดยใช้ปั๊ม ภายในเซลล์มีการออกแบบไว้คือมีขั้วไฟฟ้า แคโทด และแอโนดที่ทำจากแกรไฟท์ พบว่าเมื่อใช้เซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพที่ประดิษฐ์ขึ้นซึ่งเป็นเซลล์เชื้อเพลิงแบบเจาะตะกอนดินและขั้วลอยน้ำ (เลขที่อนุสิทธิบัตร 7255) ได้รับการขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ทั้ง 10 เซลล์ เจาะลงไปในตะกอนดินระดับต่างๆกัน 5 7 และ 9 เซนติเมตร ในถังปฏิกรณ์ ขนาดกว้าง*ยาว*ลึก 30*40*20 เซนติเมตร บรรจุด้วยน้ำเสียและตะกอนดินที่นำมาจากบ่อบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยระดับน้ำเสียที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 16 เซนติเมตร พบว่าเมื่อดำเนินการไป 2 วัน เซลล์เชื้อเพลิงที่มีระดับตะกอนดิน 5 7 และ 10 เซนติเมตรให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 647.47 1,534.91 และ 858.74 มิลลิวัตต์/ตารางเมตร ตามลำดับ และพบว่าความต้านทานภายในที่คำนวณได้จากกำลังสองสูงสุด 18.78 35.50 และ 32.71 โอมห์ ตามลำดับ นั่นแสดงให้เห็นว่า ระดับตะกอนดินที่ 7 เซนติเมตร เซลล์เชื้อเพลิงจะให้กำลังไฟฟ้าที่สูงที่สุด ในขณะเดียวกัน ความต้านทานภายในก็สูงขึ้นจากระดับตะกอนดิน 5 เซนติเมตร ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าระดับของตะกอนดินมีความสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งถูกจำกัดให้เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งระดับของตะกอนดินมากขึ้นเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตมากขึ้น แต่เมื่อตะกอนดินมากขึ้นส่งผลให้ความต้านทานภายในของระบบมากขึ้น โดยผลการทดลองพบว่าที่ระดับตะกอนดินเพิ่มขึ้นเป็น 10 เซนติเมตร จะส่งผลในการจำกัดกระบวนการส่งผ่านอิเลกตรอน และโปรตอนที่อยู่ในเซลล์ รวมทั้งผลต่อกระบวนการเผาผลาญอาหารที่เกิดขึ้นในเซลล์หรือระบบ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดผลลัพธ์จากการแสดงออกมาเป็นค่าความต้านทานภายในที่มากขึ้น เป็น 35.51 โอห์ม และกำลังไฟฟ้าที่ลดลงเป็น 858.74 mW/m^2 ตามลำดับ

การต่อเซลล์แบบอนุกรมเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้า ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพยังไม่สามารถควบคุมความต่างศักย์ได้คงที่ (เท่ากัน) ในแต่ละเซลล์ เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์แบตเตอรี่โดยทั่วไป ในทางทฤษฎีการต่อเซลล์มากกว่า 1 เซลล์แบบอนุกรม ความต่างศักย์ต้องเพิ่มขึ้น 2 เท่า แต่เมื่อนำเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพมากกว่าหนึ่งเซลล์มาต่อกันแบบอนุกรม พบว่าไม่ได้ตามทฤษฎีแรงเคลื่อนไฟฟ้า เนื่องจากมีการวัดในระดับตะกอนดินต่าง ๆ ด้วย ทำให้สามารถบอกได้ว่า ระดับของตะกอนดินเป็นส่วนหนึ่งในการให้ความต่างศักย์ที่ต่างกัน เมื่อเราให้เซลล์ที่มีระดับตะกอนดินเท่ากัน 5 เซนติเมตร ต่อกันแบบอนุกรม พบว่า ความต่างศักย์เพิ่มขึ้นจากเดิม 812 โวลต์ และ 765 โวลต์ เพิ่มเป็น 1132 โวลต์ แต่ถ้าเอาเซลล์ที่มีระดับตะกอนดินต่างกัน เช่น เซลล์ที่มีระดับตะกอนดิน 7 เซนติเมตร 2 เซลล์ และ ระดับตะกอนดิน 10 เซนติเมตร 1 เซลล์ มาต่ออนุกรม ระดับตะกอนดิน 10 เซนติเมตร จะเห็นว่าความต่างศักย์ที่วัดได้ 643 โวลต์ ซึ่งเห็นได้ชัดว่าในทางทฤษฎี ความต่างศักย์ที่ควรจะได้คือ 531+543+562 แต่พบว่าได้เพียง 642 โวลต์เท่านั้น เพื่อเป็นการยืนยันทำการวัดค่าของ การต่อเซลล์ 5 เซลล์ ที่ระดับตะกอนดินต่าง ๆ อีกครั้ง วัด 5 ครั้งจะได้ค่าเฉลี่ย 318$\pm$22 โวลต์ ซึ่งต่ำกว่าค่าในทางทฤษฎี ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Oh and Logan (2007) ซึ่งทำการทดลองเซลล์เชื้อเพลิงแบบอัพโฟล์ (Up flow) กล่าวไว้ว่า ไม่ว่าเซลล์เชื้อเพลิงแบบเจาะตะกอนดินและขั้วลอยน้ำ หรือเซลล์เชื้อเพลิงแบบอัฟโฟล์ เมื่อมีการต่อเซลล์เพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าแล้ว จะเกิดจากการผันกลับของการไหลของอิเลกตรอน (Voltage reversal) โดยยังไม่มีวิธีในการแก้ไขปัญหาในส่วนนี้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามหลังจากผ่านไป 17 วันจะพบว่ามีประสิทธิภาพในการลดค่า COD โดยเฉลี่ย ประมาณ 8.8 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน นอกจากนี้การต่อเซลล์แบบอนุกรมจะช่วยทำให้เซลล์มีความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่การต่อเซลล์จะไม่เป็นไปเป็นเชิงเส้นตามจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้านทานภายในที่ตัวเซลล์เชื้อเพลิงและการต่อวงจร