บทที่ 5

บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาอุปกรณ์แยกสัญญาณไฟฟ้า (Phase Shift Unit , PSU2) เพื่อเหนี่ยวนำให้เซลล์เดี่ยวหมุนในสนามไฟฟ้า ใช้งานได้ดีระหว่างช่วงความถี่ 100 Hz-3 MHz และสามารถเพิ่มสนามไฟฟ้าได้ถึง 20 $kV.m^{-1}$ อุปกรณ์นี้ทำให้เซลล์แพลงก์ตอน *Tetraselmis* sp. หมุนในช่วงความถี่ระหว่าง 1 kHz ถึง 5 MHz ในสารละลายซูโครส 0.3 M ที่มีสภาพนำไฟฟ้าระหว่าง 1.4 - 24 $mS.m^{-1}$ ผลการศึกษาทำให้พบว่า การเหนี่ยวนำให้เซลล์หมุนในสนามไฟฟ้าสามารถนำไปวินิจฉัยความมีชีวิตของเซลล์ได้กล่าวคือ เซลล์ที่ไม่มีชีวิตจะไม่มีการหมุนทวนเข็มนาฬิกาที่ความถี่ต่ำกว่า 100 kHz เมื่อเซลล์ปนเปื้อนสารหนูจะพบว่าอัตราหมุนทวนเข็มนาฬิกาลดลง ขณะที่อัตราการหมุนตามเข็มนาฬิกาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเซลล์มีชีวิต

การศึกษานี้พบว่า อัตราหมุนของเซลล์แปรผันตรงกับ E^2 เมื่อสนามไฟฟ้ามีค่าเกินขีดจำกัดหนึ่ง สำหรับเซลล์แพลงก์ตอน *Tetraselmis* sp. ในสารละลายน้ำตาลที่มีค่า σ_s = 1.4 $mS.m^{-1}$ พบว่าสนามไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่า 6.6 $kV.m^{-1}$ เพื่อทำให้เซลล์หมุนด้วยอัตราเร็วคงที่ได้

สรุปค่าคงที่ทางไฟฟ้าของเซลล์มีชีวิตเซลล์ตายและเซลล์ปนเปื้อนสารหนูโดยใช้แบบจำลองเซลล์เดี่ยวทรงกลมเปลือกเซลล์หนึ่งชั้น ดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 สรุปค่าคงที่ทางไฟฟ้าของเซลล์แพลงก์ตอน *Tetraselmis* sp.

Tetraselmis sp.	σ_s ($mS.m^{-1}$)	σ_c ($mS.m^{-1}$)	ε_c (ε_0)	C_m ($mF.m^{-2}$)	G_m ($kS.m^{-2}$)
มีชีวิต	1.4-24	5.4 - 408	39.3 - 647.4	3.5 - 2.6	0.5 - 6.5
ตาย	1.4	7.0	94.4	1.6 $F.m^{-2}$	98.9
+As 10 -100 ppm	0.54	3.4 – 3.9	10.7-14.5	12.0-71.4	0.2-8.8

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในโอกาสต่อไป

โปรแกรมวัดอัตราหมุนของเซลล์ (Cell RPM V.2) ยังไม่สะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากการวัดอัตราหมุนของเซลล์จะต้องวัดจากไฟล์วิดีโอที่บันทึกผลการทดลอง และโปรแกรมไม่สามารถทำงานหากไฟล์วิดีโอมีขนาดใหญ่เกินไป ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้แก้ปัญหาโดยการแบ่งไฟล์ออกตามจำนวนความถี่สัญญาณที่ใช้ทำให้การทดลองต้องใช้เวลามาก ควรจะมีการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานกับไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ได้ และให้สามารถวัดอัตราหมุนของเซลล์ในขณะทำการทดลอง (Real time)ได้จะช่วยให้สะดวกยิ่งขึ้น

เนื่องจากเซลล์เมื่อแขวนลอยในสารละลายที่มีสภาพนำไฟฟ้าต่ำ และถูกเหนี่ยวนำด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ เซลล์จะประพฤติตัวคล้ายตัวเก็บประจุต่อขนานกับตัวต้านทาน ทำให้เกิดค่าความต้านทานเชิงซ้อน(impedance)ดังนั้นในการศึกษาค่าคงที่ทางไฟฟ้าของเซลล์ต่อไป น่าจะศึกษาค่าความต้านทานเชิงซ้อนด้วยเพื่อทำให้ได้ข้อมูลของเซลล์เพิ่มมากขึ้น

การเลือกใช้แบบจำลองเซลล์เดี่ยวทรงกลมเปลือกเซลล์ชั้นเดียว เพื่อประมาณค่าคงที่ทางไฟฟ้า อาจมีข้อด้อยเนื่องจาก เซลล์แพลงก์ตอน *Tetraselmis* sp.มีรูปทรงที่ไม่ใช่ทรงกลมและทรงรี จึงเป็นการยากที่จะใช้สมการคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองของเซลล์ดังกล่าว โอกาสต่อไปควรศึกษาโดยใช้แบบจำลองทรงรี ในการประมาณค่าคงที่ทางไฟฟ้า เพื่อทำให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น