

งานวิจัยนี้ต้องการหาความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าสำหรับไดอิเล็กโทรฟอเรซิสของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม 5 ชนิดได้แก่ *Tetraselmis sp.*, *Chlamydomonas sp.*, *Chlorella sp.*, *Isocrysis sp.* และ *Nannochloropsis sp.* โดยเซลล์ 2 ชนิดแรกมีรูปร่างทรงรี และ 3 ชนิดหลังมีรูปร่างทรงกลม ไดอิเล็กโทรดที่ใช้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกวางขนานกัน ให้ความเข้มสนามไฟฟ้า 60 kV/m ความต่างศักย์ 20 V_{pp} แขนงลอยเซลล์ความหนาแน่นประมาณ 10^5 cell/ml ในสารละลายน้ำคาลปรับค่าสภาพนำไฟฟ้า (σ_S) จาก 30 $\mu\text{S/cm}$ ถึง 630 $\mu\text{S/cm}$ โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ บันทึกช่วงความถี่ สำหรับไดอิเล็กโทรฟอเรซิส ที่ทำให้เซลล์เกาะไดอิเล็กโทรด พบว่าการเพิ่มค่า σ_S ทำให้ขอบเขตความถี่ต่ำ และความถี่สูงสำหรับไดอิเล็กโทรฟอเรซิสของเซลล์ *Chlorella sp.*, *Isocrysis sp.* และ *Nannochloropsis sp.* เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน มีข้อสังเกตว่าที่ค่า σ_S เดียวกันเซลล์ *Tetraselmis sp.* และ *Chlamydomonas sp.* จะมีช่วงความถี่ไดอิเล็กโทรฟอเรซิสกว้างกว่าเซลล์ 3 ชนิดแรก ตลอดช่วงเวลา 15 นาที ที่ทำการเหนี่ยวนำเซลล์ไม่พบว่าสารละลายที่แขวนลอยเซลล์มีค่าสภาพนำไฟฟ้าเปลี่ยน เมื่อนำเซลล์ทั้ง 5 ชนิดมาแขวนลอยรวมกันในสารละลายที่มีค่า σ_S 30 $\mu\text{S/cm}$ พบว่า *Tetraselmis sp.*, *Chlamydomonas sp.* และ *Chlorella sp.* เกาะไดอิเล็กโทรดที่ความถี่ 15 MHz, 11 MHz และ 2 MHz ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่า *Isocrysis sp.* และ *Nannochloropsis sp.* ซึ่งมีช่วงความถี่ใกล้เคียงกันแต่ *Nannochloropsis sp.* ไม่สามารถแยกออกจาก *Isocrysis sp.* ทั้งนี้อาจเนื่องจากอันตรกิริยาระหว่างไดโพลโมเมนต์ของเซลล์ต่างชนิดกัน เมื่อเปลี่ยนค่า σ_S เป็น 70 $\mu\text{S/cm}$ และแขวนลอย *Nannochloropsis sp.* และ *Isocrysis sp.* ด้วยกัน พบว่า *Nannochloropsis sp.* เกาะไดอิเล็กโทรดที่ความถี่ 2.6 MHz เมื่อเก็บตัวอย่างเซลล์จากทะเลสาบสงขลาและแขวนลอยเซลล์ในสารละลายที่มีค่า σ_S 30 $\mu\text{S/cm}$ พบว่าเซลล์ที่มีลักษณะ ขนาด รูปร่าง คล้ายกับเซลล์ในห้องปฏิบัติการจะเกาะไดอิเล็กโทรดที่ความถี่ใกล้เคียงกัน เมื่อทดลองเลี้ยงเซลล์ที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยไฟฟ้า พบว่าเซลล์ทั้ง 5 ชนิดสามารถแพร่พันธุ์ได้ดีกว่าเดิม

เพื่อศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นเซลล์ต่อความถี่สำหรับไดอิเล็กโทรฟอเรซิสจึงทดลองเหนี่ยวนำเซลล์เพียง 1 เซลล์ ในสนามไฟฟ้าที่ได้ทดลองกับเซลล์กลุ่ม พบว่าทั้งขอบเขตต่ำและขอบเขตสูงของความถี่ไดอิเล็กโทรฟอเรซิสในเซลล์เดี่ยวทั้ง 5 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองจากเซลล์กลุ่ม และเมื่อเปรียบเทียบความถี่ไดอิเล็กโทรฟอเรซิสที่ได้จากการเหนี่ยวนำเซลล์เดี่ยวของแพลงก์ตอนทั้ง 5 ชนิดกับค่าความถี่ที่คำนวณได้จากแบบจำลองสำหรับเซลล์เดี่ยวทรงกลมตามสมการที่ Mahaworaasilpa และ คณะ (1994) เสนอโดยใช้ค่าคงที่ทางไฟฟ้าของเซลล์ murine myeloma ซึ่งเป็นเซลล์พืชตามที Gimsa และ คณะ (1991) เสนอโดยอาศัยข้อมูล σ_S และรัศมีเซลล์ของแพลงก์ตอนแพลงก์ตอนแต่ละชนิดพบว่าความถี่ที่ได้จากการคำนวณ จะกว้างกว่าช่วงความถี่ที่ได้จากการทดลอง จึงปรับค่าสภาพนำไฟฟ้าของไซโทพลาสซึม (σ_C) แล้วทดสอบผลการคำนวณ พบว่าหากใช้ σ_C เป็น 280 $\mu\text{S/cm}$ ขอบเขตความถี่สูงที่ได้จากทฤษฎี จะเข้าใกล้ค่าที่ได้จากการทดลอง ส่วนที่ขอบเขตความถี่ต่ำของเซลล์ทั้ง 5 ชนิดไม่สอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองไม่ว่า σ_C จะเป็นเท่าไรก็ตาม ความไม่สอดคล้องอันนี้อาจเกิดจากการที่เซลล์มี เปลือกหุ้ม จึงทดลองย่อยเปลือกเซลล์ ของ *Tetraselmis sp.* ปรากฏว่าเซลล์เปลี่ยนรูปร่างจากทรงรีเป็นทรงกลม เพื่อทดสอบการคำนวณโดยใช้ค่าคงที่เหมือนที่ Gimsa และ คณะ (1991) ใช้ พบว่าขอบเขตความถี่ต่ำของ *Tetraselmis sp.* ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าความถี่ที่ได้จากการทดลอง อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้ไม่อาจสรุปได้ว่าแบบจำลองเซลล์เดี่ยวทรงกลมจะเหมาะสมต่อการอธิบายพฤติกรรมเชิงไฟฟ้าของเซลล์เหล่านี้ ทั้งนี้เนื่องจากไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าต่างๆอย่างแน่ชัด

This research is to investigate AC field frequencies for dielectrophoresis in 5 marine phytoplankton species : Tetraselmis sp. , Chlamydomonas sp. , Chlorella sp., Isocrysis sp. and Nannochloropsis sp. The first two species are elipsoidal while the others are spherical. Cylindrical parallel electrodes are used with field intensity of 60 kV/m. The applied potential different is 20 V_{p-p}. Cells of the density about 10⁵ per ml are suspended in sucrose medium at various conductivities (σ_s) between 30 μ S/cm - 360 μ S/cm. Changes in the medium conductivity is made by adding KCl solution. Dielectrophoretic frequencies for positive force are recorded. It was found that when the medium is increased in the conductivity, the lower ending frequency for Chlorella sp. Isocrysis sp. and Nannochloropsis sp. is shifted to the greater value significantly. Noted that at the same medium conductivity Tetraselmis sp. and Chlamydomonas sp. show the frequency range larger than the first three species. During 15 minutes of AC field induction, it is not found any change in medium conductivity. When 5 cell species are mixed in the same medium of 30 μ S/cm , Tetraselmis sp., Chlamydomonas sp. and Chlorella sp. are attracted to the electrodes at 15 MHz , 11 MHz and 2 MHz respectively. It is observed that dielectrophoretic frequencies for Isocrysis sp. and Nannochloropsis sp. are similar and Nannochloropsis sp. is unable to be isolated from the other. This could be due to dipole moment interaction among cells. When they are suspended in the same medium of 70 μ S/cm . Nannochloropsis sp. is attracted to the electrodes at 2.6 MHz. The same method is employed to some plankton species collected from the Songkla lake. Under 30 μ S/cm medium , cells of which the size and the shape similar to those being used in this laboratory are attracted to the electrodes at similar frequency ranges. Cells after being induced in the field for at least 15 minutes can grow even better. This enhancement is observed in all species.

To study of the effect of cells density on dielectrophoretic frequencies, only one cell was induced in the same electric field as described above. It is found that the lower ending and the upper ending of dielectrophoresis range are different from those found in the group cells. The dielectrophoretic frequency ranges obtained from the experiments are compared to those calculated by using spherical shell model (Mahaworasilpa, et al. 1994). Using some unknown electrical parameters obtained from plant protoplasts of "murine myeloma" by Gimsa, et al. (1991), it is found that the calculated frequency range is not totally coincide with the measured one. The former is wider than the latter. By guessing the cytoplasmic conductivity (σ_C), it is found that σ_C of 280 $\mu\text{S/cm}$ brings the upper ending of the frequency range to the measured one but the lower ending is still far from reality at all tested σ_C values. It is anticipated that the disagreement is due to the presence of the cell wall. An attempt to remove *Tetraselmis* sp. cell wall is made to test for the single shell model. The cell shape is changed from ellipse to sphere after the cell wall has been removed. It is found that the lower ending of the frequency is still disagree with the measured one. However it is unjustified to conclude at this stage that the single shell model is not suitable to explain cell behavior under the AC field since there are many unknown parameters needed further investigation.