ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกับค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแบบซี่หวี
The relationship between the alkaline acidity of water and the electrical capacity of Interdigital Electrode

ณัทปภา จันทร์โสม[1], พิศาล สุทันติกร[2],
กิตติพงค์ อาจหาญ[3], สิทธิศักดิ์ เริงฤทธิ์[4],
ปิยณัฐ โตอ่อน[5], อามิณฑ์ หล้าวงศ์[6],
สุริยากานต์ คำนึงผล[7], ศตวรรษ บุติมุลตรี[8]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการวัดค่าความเป็นกรดของน้ำโดยใช้อิเล็กโตรดซี่หวี นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่นๆ เช่น กระดาษลิตมัส หรือ ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ เป็นต้น โดยตั้งสมมุติฐานของการศึกษาในครั้งคือ ค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีจะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของค่าความเป็นกรดของน้ำ การศึกษาใช้เครื่องวัดค่า LCR (ADEX Model AX-222) เพื่อทำการวัดค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มีการเติมกรดพร้อมทำการตรวจสอบค่า pH ด้วยยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ จากค่า pH 7 จนถึง pH 1 ด้วยอิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่หวี(W) ขนาด 1 และ 2 มิลลิเมตร ความยาวของซี่หวี (L) ขนาด 20, 40 และ 60 มิลลิเมตร จำนวนของซี่หวี (N) 30, 50 และ 70 ซี่ ผลการศึกษาพบว่าค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีจะเพิ่มขึ้นตามค่า pH ลดลง หรือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีจะเพิ่มขึ้นตามค่าความเป็นกรดของน้ำ โดยมีอิเล็กโตรดซี่หวี W2N70L40 สามารถตรวจวัดค่าความเป็นกรดของน้ำโดยมีค่าสหสัมพันธ์ภายใต้เส้นตรง (R^2) เท่ากับ 0.979

คำสำคัญ : อิเล็กโตรดซี่หวี, กรด

Abstract

This study aims technique of measuring the acid of water using inter digital electrode. In addition to using other tools such as litmus paper or universal indicators, for example, the assumption of the study at the time was that the capacitance of inter digital electrode would change with the concentration of the acid value of water. The study used an LCR meter (ADEX Model AX-222) to measure the electrical capacity of acid-filled water and perform a universal indicator pH check. From pH 7 to pH 1 with width (W) sizes 1 and 2 mm, the length (L) is 20, 40 and 60 mm, number (N) 30, 50 and 70, Results show that the electrical capacity of inter digital electrode increases with reduced pH, or the electrical capacity of inter digital electrode increases according to the acidity of water. The W2N70L40 inter digital electrode can measure the acidity of water with a correlation value under a straight line (R^2) of 0.979.

Keywords : inter digital electrode, acid

[1-2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยบัณฑิตเอเซีย
[3-8]คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

1. บทนำ

จังหวัดกาฬสินธุ์เป็นจังหวัดที่มีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์เศรษฐกิจซึ่งมีมูลค่าต่อปีไม่น้อยกว่า 333.50 ล้านบาทพบว่ามีจำนวนเกษตรกรไม่น้อยกว่า 1,147 ราย คิดเป็นพื้นที่ 6,670 ไร่ (แผนพัฒนาจังหวัดกาฬสินธุ์ พ.ศ.2561-2565 (ทบทวนปี 2563)) ทั้งหมดจะเป็นการเพาะเลี้ยงแบบบ่อดิน การเพาะเลี้ยงจะอาศัยประสบการณ์ของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในการเพราะเลี้ยงกุ้งไม่ว่าจะเป็นการให้ออกซิเจนในน้ำของบ่อเลี้ยงกุ้งและการถ่ายเทน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดนี้อาศัยประสบการณ์ของเกษตรกร หากเกษตรกรแก้ไขปัญหาช้าไปจะทำไห้เกิดผลเสียกับการดำรงชีวิตของกุ้ง จากการศึกษาของธเนศ ตั้งจิตเจริญเลิศ และคณะ พบว่าในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง หากใช้เวลานานกว่า 30 นาทีจะทำไห้พฤติกรรมการดำรงชีวิตของกุ้งเปลี่ยนไป ไม่ว่าจะเป็นการกินอาหารที่น้อยลง ทำให้อาหารเหลือมากจะมีผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะส่งผลต่อระดับออกซิเจนในน้ำได้ และมีสภาพเป็นกรดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลไห้กุ้งเจริญเติบโตช้า ไม่เจริญเติบโต แม้กระทั่งอาจจะทำให้กุ้งตายได้ นอกจากนี้ค่าความเป็นกรด มีผลต่อความเป็นพิษของแอมโมเนีย ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (เจษฎา อรุณฤกษ์ และคณะ, 2563)

ความเป็นกรด-ด่าง หรือ ค่า pH (Potential of Hydrogen ion) เป็นค่าที่แสดงความเป็นกรด-ด่างของสาร ซึ่งในการเพาะเลี้ยงกุ้งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งมีผลต่อการเจริณเติบโตของกุ้ง ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งควรอยู่ที่ระดับค่า pH 7.5 จะมีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้ง ทำให้กุ้งกินอาหารเหลือน้อยที่สุด และกุ้งจะเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (หัสนัย, 2531) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะต่อการเลี้ยงกุ้งควรอยู่ระหว่าง 7.5-8.5 ถ้าความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ำกว่า 6-4 กุ้งจะเจริญเติบโตช้าและอัตราการตายสูง และถ้าต่ำกว่า 5 อัตราการตายของกุ้งจะสูงยิ่งขึ้น (บรรจง, 2529) และ Boyd (1987) ได้ศึกษาว่า pH ของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งคือ 6-9

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ในปัจจุบันได้มีเครื่องที่ใช้วัดค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยจากการศึกษาพบว่าเครื่องมือวัดดังกล่าวจะต้องทำการปรับเทียบทุกครั้งก่อนที่จะทำการวัดเพื่อไห้ได้ค่าที่แม่นยำ ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้งาน รวมถึงหากต้องการเครื่องมือวัดค่าความ pH ที่มีความแม่นยำตัวเครื่องจะมีราคาที่สูง อีกทั้งเครื่องมือวัดดังกล่าวไม่สามารถให้ค่าที่แม่นยำได้หากทำการวัดแบบต่อเนื่อง ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้มีความสนใจที่จะศึกษาและสร้างอุปกรณ์รับรู้ (Sensor) เพื่อวัดค่าความเป็นกรดของของเหลวโดยใช้คุณสมบัติทางไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์รับรู้ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีราคาถูก เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการพัฒนาเครื่องวัดค่ากรดของของเหลวต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบและหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ กับค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแบบซี่หวี

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีที่เปลี่ยนตามค่า pH ที่ลดลงของน้ำ (ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น)

3.1 ขอบเขตการวิจัย

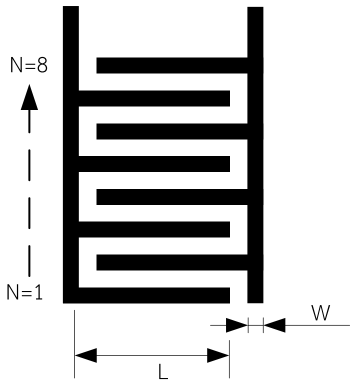
การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยมี

1. ตัวอย่างการทดสอบ คือน้ำกลั่น และมีการเติมน้ำส้มสายชูเพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรดของน้ำ
2. ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรตาม คือ ค่าความจุทางไฟฟาของน้ำ ขณะที่ตัวแปรอิสระ จะประกอบด้วย

ชนิดของอิเล็กโทรดซี่หวี ที่มีจำนวนของซี่หวี (30 50 และ 70 ซี่) ความกว้างของซี่หวี (1 และ 2 มิลลิเมตร) ความยาวของซี่หวี (20 40 และ 60 มิลลิเมตร) ที่ความเข้มข้นของความเป็นกรดของน้ำจาก pH7, pH6, pH5, pH4, pH3, pH2 และ pH1

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องวัดค่า LCR (ADEX Model AX-222) และอิเล็กโตรดซี่หวี ดังภาพที่ 1 โครงสร้างของอิเล็กโตรดซี่หวี ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ หรือแผ่น PCB (Printed Circuit Board) ที่มีลายของทองแดงมีลักษณะเหมือนซี่หวี กำหนดให W คือ ความกว้างของซี่หวี, L คือ ความยาวของซี่หวี, N คือ จำนวนของซี่หวี เช่น W1N30L20 หมายถึง อิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่ 1 มิลลิเมตร มีจำนวนซี่ 30 ซี่ และมีความยาวของซี่ 20 มิลลิเมตร

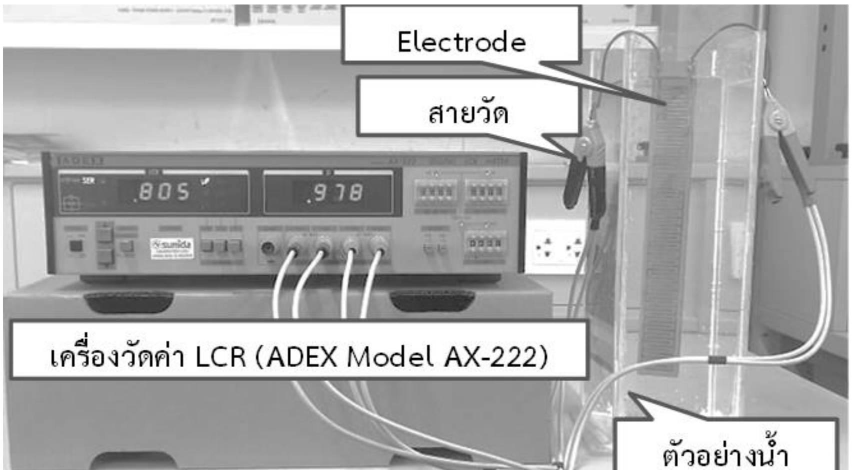


(ก)

(ข)

ภาพที่ 1 โครงสร้างของอิเล็กโตรดซี่หวี

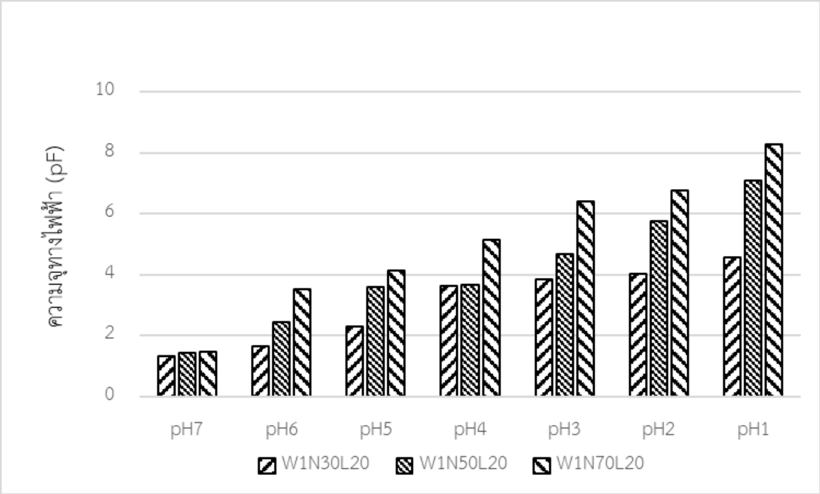
การดำเนินการศึกษากระทำโดยเติมน้ำกลั่นในภาชนะบรรจุและเติมน้ำส้มสายชู เพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรดของน้ำ และทำการทดสอบค่า pH ด้วยยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ เพื่อให้มีค่า pH ตั้งแต่ pH7 จนถึง pH1 ทำการวัดค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวี ด้วยเครื่องวัดค่า LCR (ADEX Model AX-222) ทำซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ในแต่ละค่า pH ดังภาพที่ 2 การวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำด้วยอิเล็กโตรดซี่หวี



ภาพที่ 2 การวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำด้วยอิเล็กโตรดซี่หวี

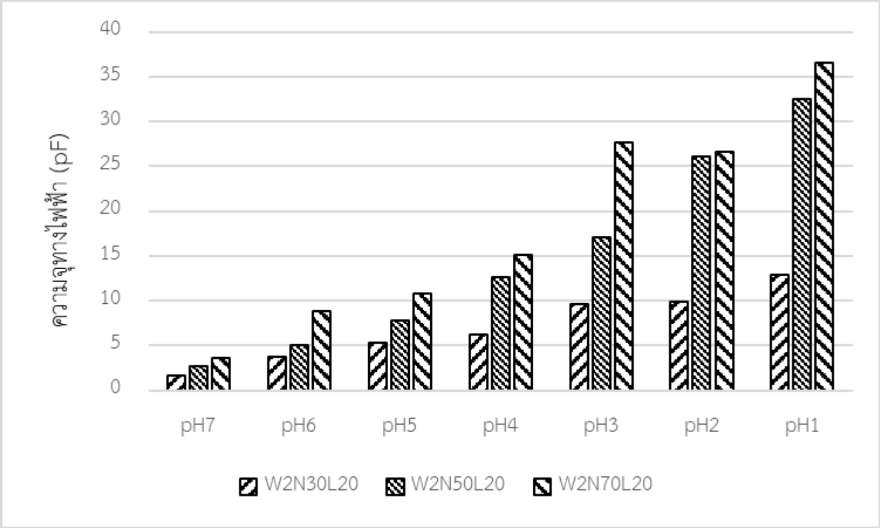
4. ผลการวิจัย

ค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวี แสดงดังภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4 โดยทำการเปลี่ยนค่า pH จาก pH 7 – pH 1 และอิเล็กโตรดซี่หวี ขนาดความกว้าง (W) 1 และ 2 มิลลิเมตร ความยาว (L) 20 ,40 และ 60 มิลลิเมตร จำนวนซี่หวี (N) 20, 50 และ 70 ซี่



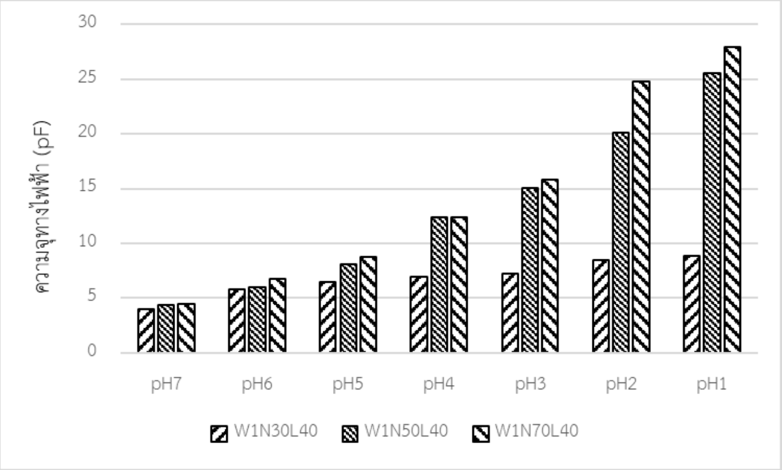
ภาพที่ 3 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโตรดซี่หวี W = 1 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี่, L = 20 มม.

จากภาพที่ 3 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่หวี (W) = 1 มิลลิเมตร จำนวนซี่หวี (N) 30, 50 และ 70 ซี่ และความยาวของซี่หวี (L) = 20 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W1N30L20 W1N50L20 และ W1N50L20 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 1.34 pF และ 1.42 pF และ 1.46 pF ตามลำดับ มีค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น หรือ pH ลดลง และพบว่าที่ค่า pH1 จะพบว่า W1N70L20 มีค่าความจุทางไฟฟ้าที่สูงที่สุด คือ 8.29 pF รองลงมาคือ W1N50L20 จะมีค่าความจุไฟฟ้า 7.09 pF และ W1N30L20 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้า 4.57 pF



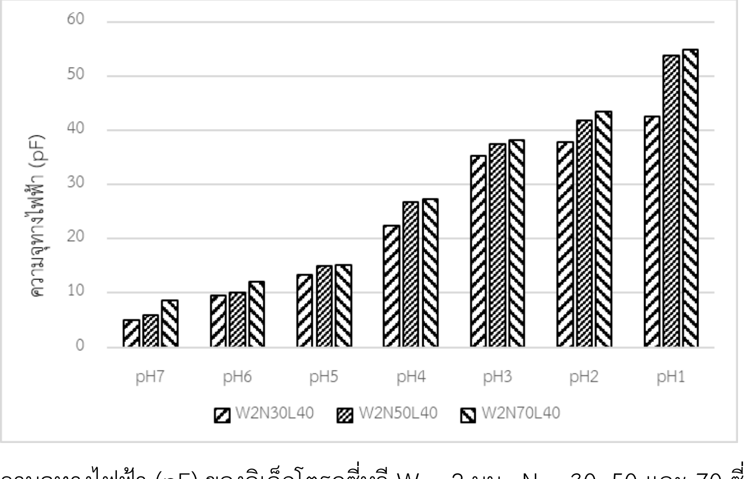
ภาพที่ 4 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโตรดซี่หวี W = 2 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี่, L = 20 มม.

จากภาพที่ 4 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่หวี (W) = 2 มิลลิเมตร จำนวนซี่หวี (N) 30, 50 และ 70 ซี่ และความยาวของซี่หวี (L) = 20 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W2N30L20 W2N50L20 และ W2N50L20 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 1.62 pF และ 2.67 pF และ 3.66 pF ตามลำดับ มีค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น หรือ pH ลดลง และพบว่าที่ค่า pH1 จะพบว่า W2N70L20 มีค่าความจุทางไฟฟ้าที่สูงที่สุด คือ 36.54 pF รองลงมาคือ W2N50L20 จะมีค่าความจุไฟฟ้า 32.48 pF และ W2N30L20 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้า 12.94 pF



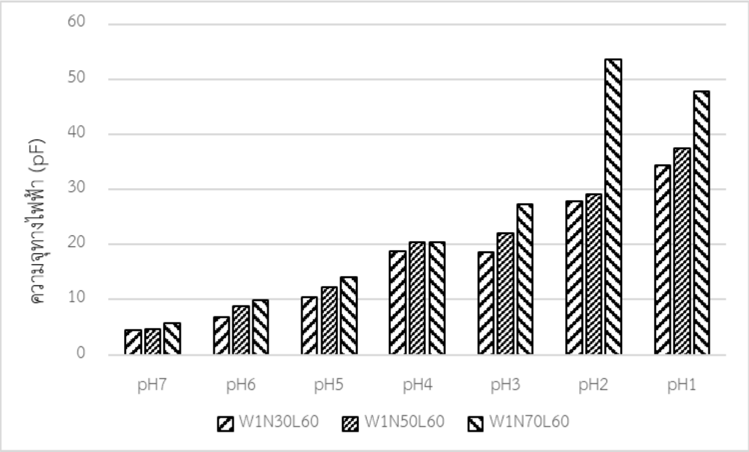
ภาพที่ 5 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโตรดซี่หวี W = 1 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี่, L = 40 มม.

จากภาพที่ 5 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่หวี (W) = 1 มิลลิเมตร จำนวนซี่หวี (N) 30, 50 และ 70 ซี่ และความยาวของซี่หวี (L) = 40 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W1N30L40 W1N50L40 และ W1N50L40 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 3.99 pF และ 4.41 pF และ 4.49 pF ตามลำดับ มีค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น หรือ pH ลดลง และพบว่าที่ค่า pH1 จะพบว่า W1N70L40 มีค่าความจุทางไฟฟ้าที่สูงที่สุด คือ 27.92 pF รองลงมาคือ W1N50L40 จะมีค่าความจุไฟฟ้า 25.54 pF และ W1N30L40 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้า 8.86 pF



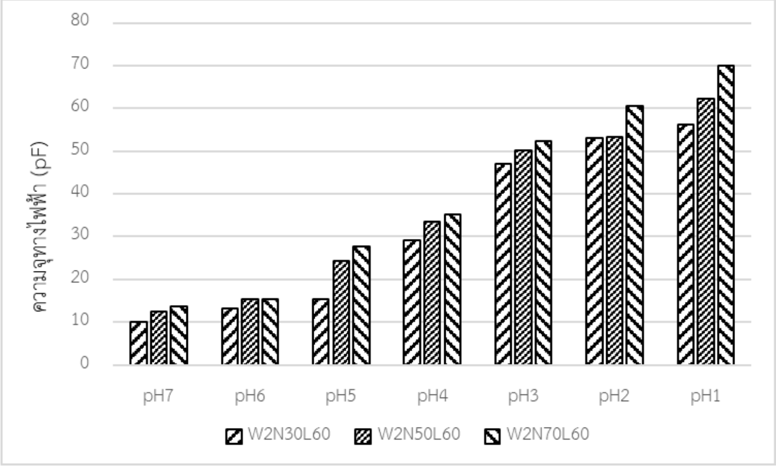
ภาพที่ 6 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโตรดซี่หวี W = 2 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี่, L = 40 มม.

จากภาพที่ 6 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่หวี (W) = 2 มิลลิเมตร จำนวนซี่หวี (N) 30, 50 และ 70 ซี่ และความยาวของซี่หวี (L) = 40 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W2N30L40 W2N50L40 และ W2N50L40 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 5.04 pF และ 5.88 pF และ 8.72 pF ตามลำดับ มีค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น หรือ pH ลดลง และพบว่าที่ค่า pH1 จะพบว่า W1N70L40 มีค่าความจุทางไฟฟ้าที่สูงที่สุด คือ 54.87 pF รองลงมาคือ W1N50L40 จะมีค่าความจุไฟฟ้า 53.74 pF และ W1N30L40 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้า 42.54 pF



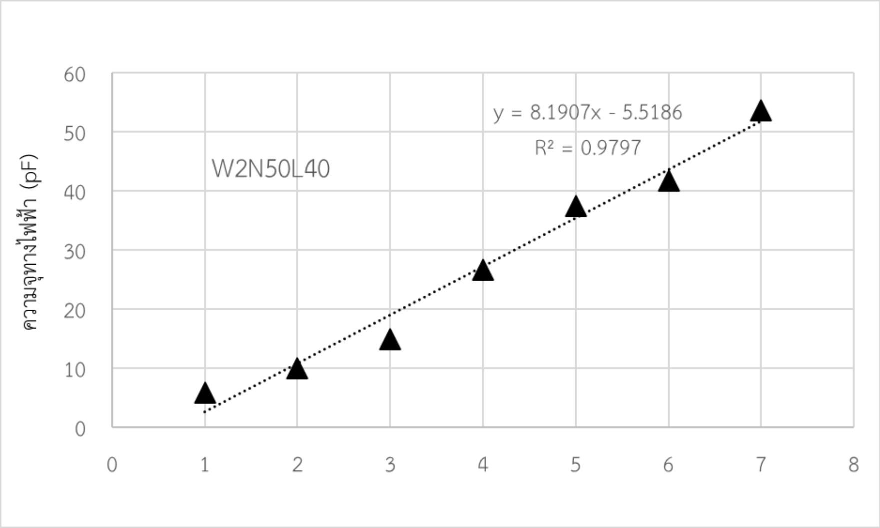
ภาพที่ 7 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโตรดซี่หวี W = 1 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี่, L = 60 มม.

จากภาพที่ 7 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่หวี (W) = 1 มิลลิเมตร จำนวนซี่หวี (N) 30, 50 และ 70 ซี่ และความยาวของซี่หวี (L) = 60 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W1N30L60 W1N50L60 และ W1N50L60 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 4.50 pF และ 4.67 pF และ 5.69 pF ตามลำดับ มีค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น หรือ pH ลดลง และพบว่าที่ค่า pH1 จะพบว่า W1N70L60 มีค่าความจุทางไฟฟ้าที่สูงที่สุด คือ 47.83 pF รองลงมาคือ W1N50L60 จะมีค่าความจุไฟฟ้า 37.41 pF และ W1N30L60 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้า 34.43 pF



ภาพที่ 8 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโตรดซี่หวี W = 2 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี่, L = 60 มม.

จากภาพที่ 8 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวีที่มีความกว้างของซี่หวี (W) = 2 มิลลิเมตร จำนวนซี่หวี (N) 30, 50 และ 70 ซี่ และความยาวของซี่หวี (L) = 60 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W2N30L60 W2N50L60 และ W2N50L60 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 9.96 pF และ 12.59 pF และ 13.72 pF ตามลำดับ มีค่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น หรือ pH ลดลง และพบว่าที่ค่า pH1 จะพบว่า W2N70L60 มีค่าความจุทางไฟฟ้าที่สูงที่สุด คือ 70.03 pF รองลงมาคือ W2N50L60 จะมีค่าความจุไฟฟ้า 62.24 pF และ W2N30L60 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้า 56.15 pF



ภาพที่ 9 ค่าความจุทางไฟฟ้าของ W2N30L60

จากภาพที่ 9 ค่าความจุทางไฟฟ้าของอิเล็กโตรดซี่หวี W2N30L60 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเป็นกรดของน้ำมีรูปแบบของสมการเส้นตรง ค่าความจุไฟฟ้า = 8.1907 (ค่าความเป็นกรดของน้ำ) – 5.5186 ที่ R^2 = 0.9797

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่าอิเล็กโทรดซี่หวี หรือ อินเตอร์ดิจิตอลอิเล็กโตรด สามารถนำมาตรวจวัดค่าความเป็นกรดของของน้ำได้ โดยที่ค่าความจุทางไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นในลักษณะของสมการเส้นตรงตามความเข้มข้นของกรดในน้ำ โดยที่จากการศึกษาพบว่าอิเล็กโตรดซี่หวี W2N30L60 สามารถวัดค่าความเป็นกรดของน้ำ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ภายใต้สมการเส้นตรงเท่ากับ 0.9797

6. เอกสารอ้างอิง

นิติพงษ์ สมไชยวงค์ และคณะ. (2560). การออกแบบและสร้างระบบควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเลี้ยงปลาคาร์ฟ. **วารสารการวิจัยกาสะลองคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย,** 11(3), วารสารฉบับพิเศษ เนื่องจากในโอกาสครบรอบ 44 ปี การก่อตั้งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

อุทัย ไทยเจริญ และคณะ. (2558). **รายงานวิจัยเรื่องความเป็นกรด-ด่าง.** ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์

ณปภัช รุ่งรัตน์มณีมาศ และคณะ. (2562). **การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มบรรจุขวด ที่จำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ**. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์/กรุงเทพฯ.

วรุตม์ บุญเลี่ยม และคณะ. (2558). **ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาระบบควบคุมค่าความเป็น กรด-ด่าง.** มหาวิทยาลัยราชมงคลรัตนโกสินทร์.

กนกนุช หึกขุนทด และคณะ. (2563). **ทำการศึกษาเรื่อง อุปกรณ์วัดค่า พี-เอช ในดิน.** โรงเรียนบ้านนา (นายก พิยาการ) นครนายก.

แผนพัฒนาจังหวัดกาฬสินธุ์ (2563). **แผนพัฒนาจังหวัดกาฬสินธุ์ พ.ศ. 2561-2565**.