

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

ณัทปภา จันทร์โสม¹, พิศาล สุทัศน์กร²,
กิตติพงศ์ อาจหาญ³, สิทธิศักดิ์ เรืองฤทธิ์⁴,
ปิยณัฐ โตอ่อน⁵, อามินท์ หล้าวงศ์⁶,
สุรียากานต์ คำนึ่งผล⁷, ศตวรรษ บุติมุลตรี⁸

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการวัดค่าความเป็นกรดของน้ำโดยใช้อิเล็กโทรดซีทีวี นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่นๆ เช่น กระดาษลิตมัส หรือ ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ เป็นต้น โดยตั้งสมมุติฐานของการศึกษา ในครั้งนี้คือ ค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโทรดซีทีวีจะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของค่าความเป็นกรดของน้ำ การศึกษาใช้ เครื่องวัดค่า LCR (ADEX Model AX-222) เพื่อทำการวัดค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มีการเติมกรดพร้อมทำการตรวจสอบค่า pH ด้วยยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ จากค่า pH 7 จนถึง pH 1 ด้วยอิเล็กโทรดซีทีวีที่มีความกว้างของซีทีวี(W) ขนาด 1 และ 2 มิลลิเมตร ความยาวของซีทีวี (L) ขนาด 20, 40 และ 60 มิลลิเมตร จำนวนของซีทีวี (N) 30, 50 และ 70 ซึ่งผลการศึกษา พบว่าค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโทรดซีทีวีจะเพิ่มขึ้นตามค่า pH ลดลง หรือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโทรดซีทีวีจะเพิ่มขึ้นตามค่า ความเป็นกรดของน้ำ โดยมีอิเล็กโทรดซีทีวี W2N70L40 สามารถตรวจวัดค่าความเป็นกรดของน้ำโดยมีค่าสหสัมพันธ์ภายใต้ เส้นตรง (R^2) เท่ากับ 0.979

คำสำคัญ : อิเล็กโทรดซีทีวี, 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

¹⁻²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย

³⁻⁸คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์



1. บทนำ

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

ความเป็นกรด-ด่าง หรือ ค่า pH (Potential of Hydrogen ion) เป็นค่าที่แสดงความเป็นกรด-ด่างของสาร ซึ่งในการเพาะเลี้ยงกุ้งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งควรอยู่ที่ระดับค่า pH 7.5 จะมีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้ง ทำให้กุ้งกินอาหารเหลือน้อยที่สุด และกุ้งจะเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (หัตถ์ชัย, 2531) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งควรอยู่ระหว่าง 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 โดยจากการศึกษาพบว่าเครื่องมือวัดดังกล่าวจะต้องทำการปรับเทียบทุกครั้งก่อนที่จะทำการวัด เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำ ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้งาน รวมถึงหากต้องการเครื่องมือวัดค่าความ pH ที่มีความแม่นยำตัวเครื่องจะมีราคาที่สูง อีกทั้งเครื่องมือวัดดังกล่าวไม่สามารถให้ค่าที่แม่นยำได้หากทำการวัดแบบต่อเนื่อง ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้มีความสนใจที่จะศึกษาและสร้างอุปกรณ์รับรู้ (Sensor) เพื่อวัดค่าความเป็นกรดของของเหลวโดยใช้คุณสมบัติทางไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์รับรู้ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีราคาถูก เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการพัฒนาเครื่องวัดค่ากรดของของเหลวต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบและหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ กับค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุแบบซีทีวี

3. วิธีการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโทรดซีทีวีที่เปลี่ยนแปลงตามค่า pH ที่ลดลงของน้ำ (ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น)

3.1 ขอบเขตการวิจัย

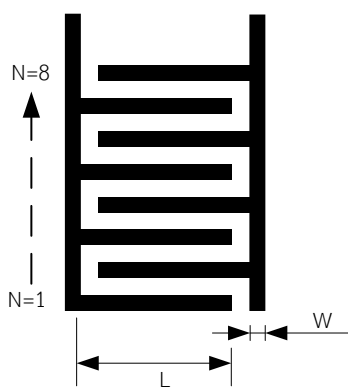
การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยมี

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

ชนิดของอิเล็กโทรดซีหวี ที่มีจำนวนของซีหวี (30 50 และ 70 ซี) ความกว้างของซีหวี (1 และ 2 มิลลิเมตร) ความยาวของซีหวี (20 40 และ 60 มิลลิเมตร) ที่ความเข้มข้นของความเป็นกรดของน้ำจาก pH7, pH6, pH5, pH4, pH3, pH2 และ pH1

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องวัดค่า LCR (ADEX Model AX-222) และอิเล็กโทรดซีหวี ดังภาพที่ 1 โครงสร้างของอิเล็กโทรดซีหวี ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ หรือแผ่น PCB (Printed Circuit Board) ที่มีลายของทองแดงมีลักษณะเหมือนซีหวี กำหนดให้ W คือ ความกว้างของซีหวี, L คือ ความยาวของซีหวี, N คือ จำนวนของซีหวี เช่น W1N30L20 หมายถึง อิเล็กโทรดซีหวีที่มีความกว้างของซีหวี 1 มิลลิเมตร มีจำนวนซีหวี 30 ซี และมีความยาวของซีหวี 20 มิลลิเมตร



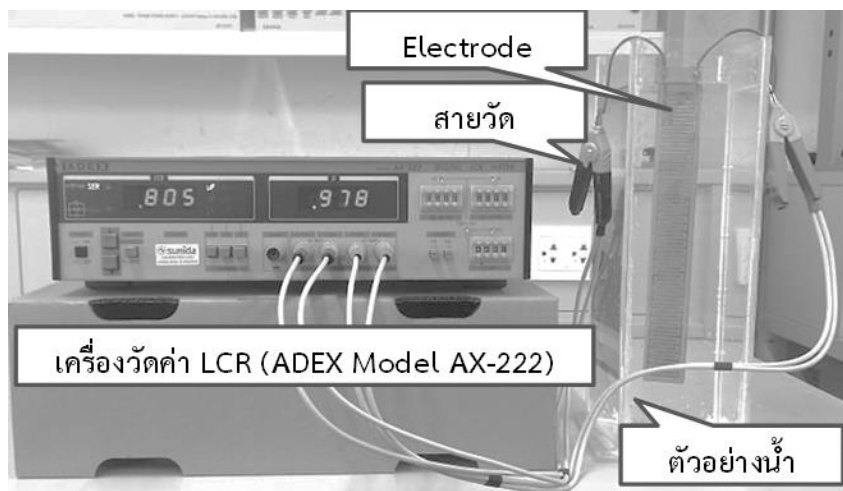
(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 โครงสร้างของอิเล็กโทรดซีหวี

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

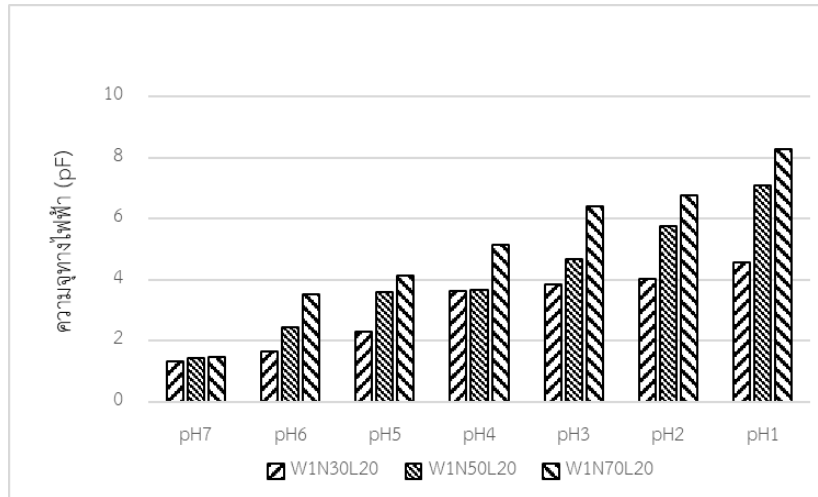


ภาพที่ 2 การวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำด้วยอิเล็กโทรดซีหวี



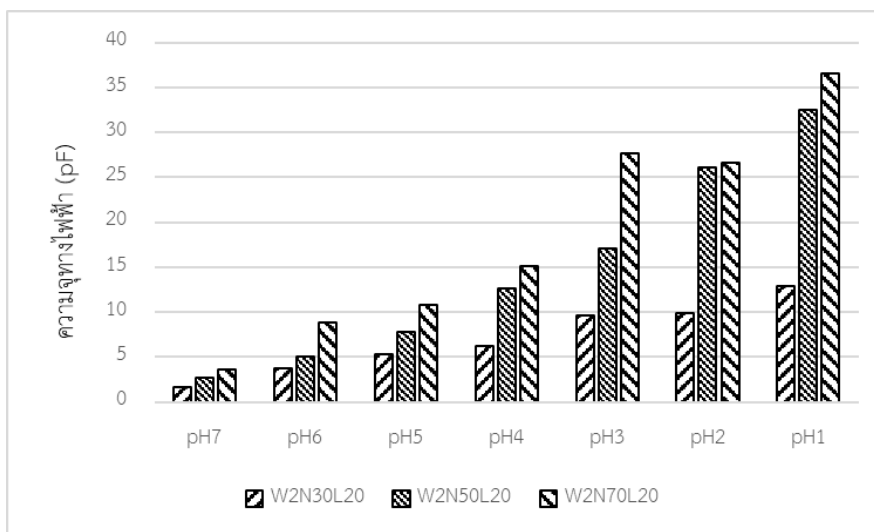
4. ผลการวิจัย

ค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโทรดซีหวี แสดงดังภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4 โดยทำการเปลี่ยนค่า pH จาก pH 7 – pH 1 และอิเล็กโทรดซีหวี ขนาดความกว้าง (W) 1 และ 2 มิลลิเมตร ความยาว (L) 20 ,40 และ 60 มิลลิเมตร จำนวนซีหวี (N) 20, 50 และ 70 ซี



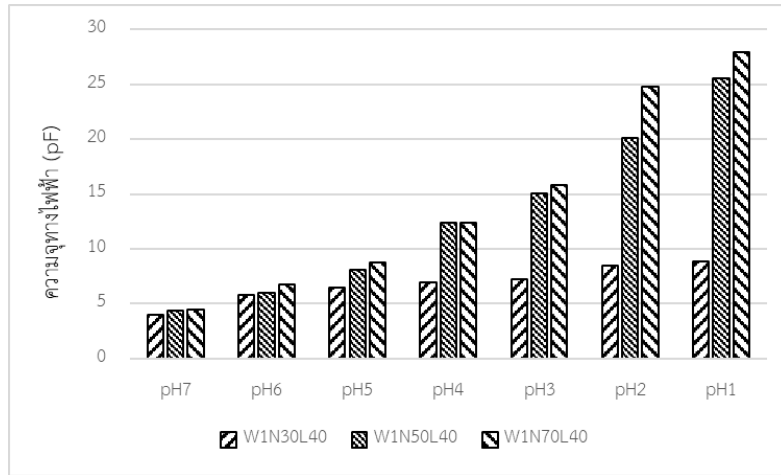
ภาพที่ 3 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโทรดซีหวี W = 1 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี, L = 20 มม.

จากภาพที่ 3 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กโทรดซีหวีที่มีความกว้างของซีหวี (W) = 1 มิลลิเมตร จำนวนซีหวี (N) 30, 50 และ 70 ซี และความยาวของซีหวี (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



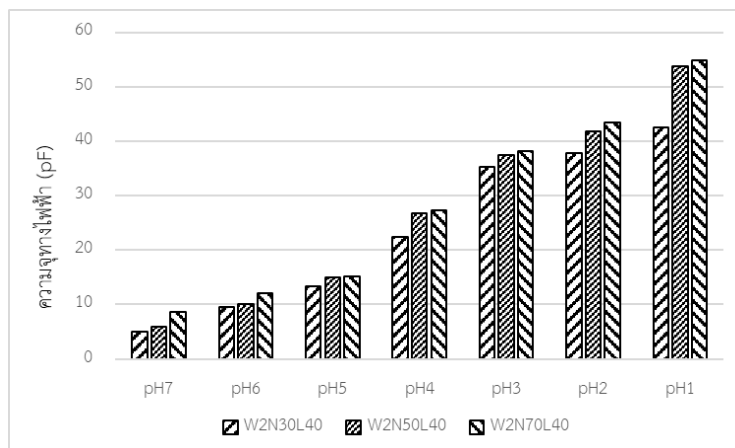
ภาพที่ 4 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กโทรดซีหวี W = 2 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี, L = 20 มม.

จากภาพที่ 4 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ซีวีที่มีความกว้างของซีวี (W) = 2 มิลลิเมตร จำนวนซีวี (N) 30, 50 และ 70 ซี และความยาวของซีวี (L) = 20 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W2N30L20 W2N50L20 และ W2N70L20 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) ของอิเล็กทรอนิกส์ซีวี W = 1 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี, L = 40 มม.

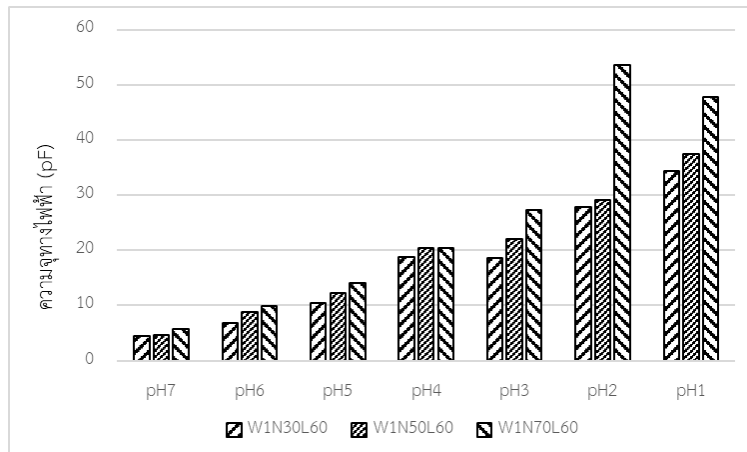
จากภาพที่ 5 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ซีวีที่มีความกว้างของซีวี (W) = 1 มิลลิเมตร จำนวนซีวี (N) 30, 50 และ 70 ซี และความยาวของซีวี (L) = 40 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W1N30L40 W1N50L40 และ W1N70L40 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 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) ของอิเล็กทรอนิกส์ซีวี W = 2 มม., N = 30, 50 และ 70 ซี, L = 40 มม.

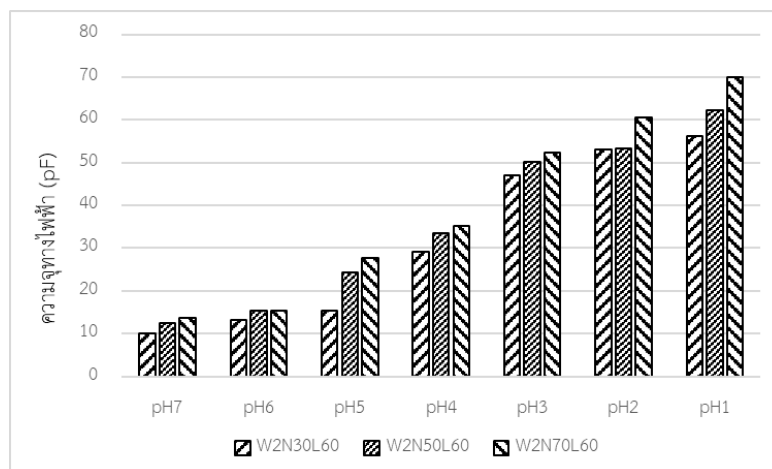


จากภาพที่ 6 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ซีวีที่มีความกว้างของซีวี (W) = 2 มิลลิเมตร จำนวนซีวี (N) 30, 50 และ 70 ซีวี และความยาวของซีวี (L) = 40 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W2N30L40 W2N50L40 และ W2N70L40 ตามลำดับ โดยมีค่าความจุไฟฟ้า 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



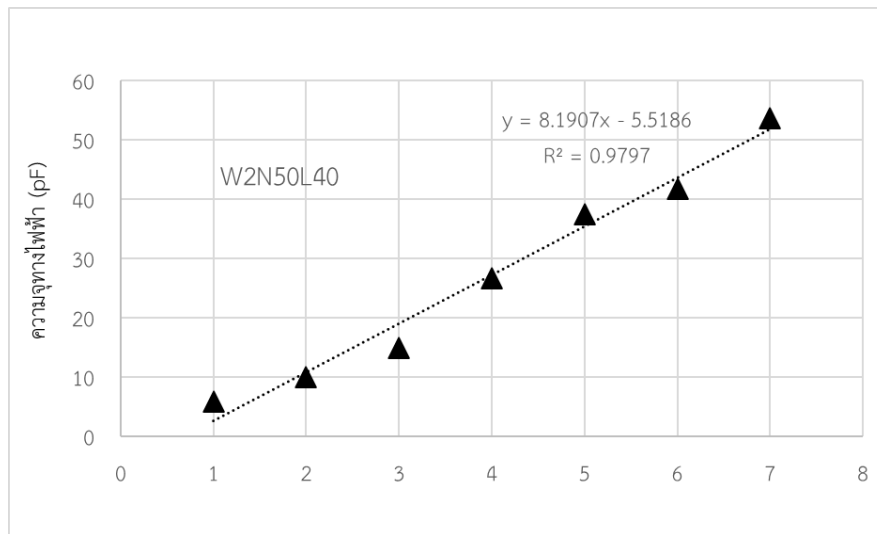
ภาพที่ 7 ค่าความจุทางไฟฟ้า (pF) ของอิเล็กทรอนิกส์ซีวี $W = 1$ มม., $N = 30, 50$ และ 70 ซีวี, $L = 60$ มม.

จากภาพที่ 7 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ซีวีที่มีความกว้างของซีวี (W) = 1 มิลลิเมตร จำนวนซีวี (N) 30, 50 และ 70 ซีวี และความยาวของซีวี (L) = 60 มิลลิเมตร จากการทดลองจะพบว่า ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำที่มี pH7 จะมีค่าความจุไฟฟ้าที่ต่ำที่สุด คือ W1N30L60 W1N50L60 และ W1N70L60 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) ของอิเล็กทรอนิกส์ซีวี $W = 2$ มม., $N = 30, 50$ และ 70 ซีวี, $L = 60$ มม.

จากภาพที่ 8 คือค่าความจุไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ซีพียูที่มีความกว้างของซีพียู (W) = 2 มิลลิเมตร จำนวนซีพียู (N) 30, 50 และ 70 ซีพียู และความยาวของซีพียู (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 ค่าความจุทางไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์ซีพียู W2N30L60 จะมีค่าความจุทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเป็นกรดของน้ำมีรูปแบบของสมการเส้นตรง ค่าความจุไฟฟ้า = 8.1907 (ค่าความเป็นกรดของน้ำ) - 5.5186 ที่ $R^2 = 0.9797$

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่าอิเล็กทรอนิกส์ซีพียู หรือ อินเทอร์เน็ตอิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำมาตรวจวัดค่าความเป็นกรดของน้ำได้ โดยที่ค่าความจุทางไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นในลักษณะของสมการเส้นตรงตามความเข้มข้นของกรดในน้ำ โดยที่จากการศึกษาพบว่าอิเล็กทรอนิกส์ซีพียู W2N30L60 สามารถวัดค่าความเป็นกรดของน้ำ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ได้สมการเส้นตรงเท่ากับ 0.9797

6. เอกสารอ้างอิง

- นิติพงษ์ สมไชยวงศ์ และคณะ. (2560). การออกแบบและสร้างระบบควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเลี้ยงปลาคาร์ฟ. วารสารการวิจัยกาสะลองคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 11(3), วารสารฉบับพิเศษ เนื่องจกในโอกาสครบรอบ 44 ปี การก่อตั้งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- อุทัย ไทยเจริญ และคณะ. (2558). รายงานวิจัยเรื่องความเป็นกรด-ด่าง. ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์



- ณปภัช รุ่งรัตน์มณีมาศ และคณะ. (2562). การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มบรรจุขวด ที่จำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต/กรุงเทพฯ.
- วรุตม์ บุญเยี่ยม และคณะ. (2558). ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการควบคุมค่าความเป็น กรด-ด่าง. มหาวิทยาลัยราช มงคลรัตนโกสินทร์.
- กนกนุช หีกขุนทด และคณะ. (2563). ทำการศึกษาเรื่อง อุปกรณ์วัดค่า พี-เอช ในดิน. โรงเรียนบ้านนา (นายก พินาการ) นครนายก.
- แผนพัฒนาจังหวัดกาฬสินธุ์ (2563). แผนพัฒนาจังหวัดกาฬสินธุ์ พ.ศ. 2561-2565.