การศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกับ application ใน Smart Phone

โดย

1. นางสาวชนิยา ภิบาลวงษ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. นางสาวพิชญณิ ชูเลิศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. นางสาววิรัสยา ทบด้าน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของนวัตกรรมและผลผลิตที่เกิดจากการเรียนรู้ในชั้นเรียน (IS)
ประเภท นักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จัดโดย: การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทั้งระบบสู่การยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และเตรียมผู้เรียนให้สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 (Success Story SESA 17 Symposium : S-S-S-S 2019)

การศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกับ application ใน Smart Phone

โดย

1. นางสาวชนิยา ภิบาลวงษ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. นางสาวพิชญณิ ชูเลิศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. นางสาววิรัสยา ทบด้าน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ครูที่ปรึกษา นายชาญ เถาวันนี
นางสาวคมขำ ชมภูคำ

ชื่อโครงงานเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ ร่วมกับ application ใน Smart Phone

ชื่อผู้ทำโครงงาน

1. นางสาวชนิยา ภิบาลวงษ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. นางสาวพิชญณิ ชูเลิศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. นางสาววิรัสยา ทบด้าน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา นายชาญ เถาวันนี, นางสาวคมขำ ชมภูคำ

โรงเรียน ศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี

ที่อยู่ เลขที่ 1 ถนนศรียานุสรณ์ ต. วัดใหม่ อ. เมือง จ. จันทบุรี 22000

โทรศัพท์ 0-3931-1225 โทรสาร 0-3930-1691

ระยะเวลาในการทำโครงงาน ตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2561 ถึง 30 กรกฎาคม 2562

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติ และเพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติ ร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาร์ทโฟน วิธีการดำเนินงานโดยจัดทำสารสกัดจากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำปลีม่วงเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์ แล้วทำการศึกษาประสิทธิภาพในการจำแนกเฉดสี มีทำปฏิกริยากับน้ำในบ่อกุ้งที่ค่า pH ที่แตกต่างกัน จากนั้นพัฒนาให้เป็นวิธีการตรวจสอบค่า pH ที่แม่นยำมากขึ้นและใช้งานได้ง่าย ในการจำแนกสีจากอินดิเคตอร์ ด้วยการจัดสร้างเป็นแอพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานได้ง่ายใน สมาร์ทโฟน สุดท้าย นำวิธีการนี้ไปทดลองตรวจสอบน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจริงของชาวกษตรกรในเขตจังหวัดจันทบุรีแล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจสอบได้จากเครื่องมือ pH มิเตอร์ ผลปรากฏว่า สารสกัดจากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำปลีม่วงจะสามารถทำมาเป็นอินดิเคเตอร์ในการตรวบสอบ

ค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งได้เนื่องจากเมื่อทำปฏิกริยากับน้ำที่มีค่า pH ต่าง ๆ แล้วจะทำให้เกิดสีที่แตกต่างกัน อินดิเคเตอร์ที่สามารถจำแนกสีได้อย่างชัดเจนที่สุด คือ อินดิเคเตอร์ที่สกัดจากดอกอัญชันด้วยความเข้มขัน 20 g : 50 mL และ อินดิเคเตอร์ที่สกัดจากดอกกะหล่ำปลีม่วงที่สกัดด้วยความเข้มขัน 20 g : 50 mL เช่นกัน การพัฒนาวีธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ

ร่วมกัน แอพลิเคชั่นในสมาทร์โฟนจะทำให้การตรวจสอบค่า pH มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นเนื่องจากการตรวจสอบด้วยตาเปล่าอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการสังเกตด้วยตาเปล่า และการตรวจสอบค่า pH ด้วยวิธีการนี้เป็นวิธีการที่เกษตรกรสามารถใช้งานได้ง่าย จากการเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่ทำการสุ่มตัวอย่างมาด้วยวิธีการนี้กับการตรวจสอบด้วย pH มิเตอร์พบว่าให้ผลที่ใกล้เคียงกันและให้ค่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ๆ ที่ไม่เกิด 5% ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบสารปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำด้วยแผ่นทดสอบจากแมกนีไทต์ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจาก คุณครูชาญ เถาวันนี และคุณครูคมขำ ชมภูคำ ครูที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงงาน คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อนนักเรียน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีคณะผู้จัดทำโครงงานหวังว่าโครงงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากก็น้อย

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ในการศึกษา	1
สมมติฐานในการศึกษา	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
ตัวแปรที่ศึกษา	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	6
บทที่ 4 ผลการศึกษา	11
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	15
สรุป	15
อภิปรายผล	15
ข้อเสนอแนะ	15
บรรณานุกรม	16
ภาคผนวก	17

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำเมื่อตรวจสอบค่าpH ของน้ำในบ่อกุ้งที่ pH ต่าง ๆ	12
ตารางที่ 2	แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำที่สกัดด้วยความเข้มข้นที่สามารถจำแนกสีได้ชัดเจนที่สุด เมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งที่ pH ต่าง ๆ	13
คารางที่ 3	แสดงค่าโค้ดสีที่ได้จากการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ด้วยอินเคเตอร์	14
ตารางที่ 4	แสดงผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยวิธีการที่พัฒนาขึ้นกับการตรวจสอบด้วย pH มิเตอร์ ในบ่อเลี้ยงกุ้งของชาวเกษตรกร	14
ตารางที่ 5	แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ	17
ตารางที่ 6	แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ	17
ตารางที่ 7	แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ	18
ตารางที่ 8	แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ	18

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 1	แผนผังในการดำเนินงาน	6
ภาพที่ 2	ภาพร่างของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง	7
ภาพที่ 3	อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 90 ml อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 70 ml อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 50 ml	19
ภาพที่ 4	อินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำม่วง อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 90 ml อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 70 ml อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 50 ml	19
ภาพที่ 5	จากบ่อกุ้งที่ปรับให้มีค่า pH 0-14	20
ภาพที่ 6	กล่องแสงและหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	20

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราดนั้นให้ความสนใจ มาประกอบธุรกิจทำฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากการทำฟาร์มกุ้ง เป็นอีกหนึ่งอาชีพที่หากทำแล้วประสบความสำเร็จ จะสามารถสร้างรายได้อย่างงดงามให้กับผู้เลี้ยง จากการสัมภาษณ์เกษตรกรได้ข้อมูลว่า หัวใจหลักในการเลี้ยงกุ้งนั้น จะต้องดูแลสภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำ เป็นอย่างดี เพราะถึงแม้จะมีพันธุ์กุ้งที่แข็งแรงและมีคุณภาพมากแค่ไหน แต่หากดูแลน้ำได้ไม่ดีก็ไม่เกิดผล เพราะฉะนั้นเราจึงต้องหมั่นดูแลบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพันธุ์กุ้งแต่ละชนิดค่า pH ของน้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ ต่อการเลี้ยงกุ้งเป็นอย่างมาก ซึ่งเกษตรกรจะควบคุม pH เนื่องจากถ้า pH ของน้ำมีค่าสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมจะมีผลทำให้กุ้งนั้นมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง และอาจทำให้กุ้งไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ การเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำในรอบวันมากเกินไปจะมีผลทำให้กุ้งเครียด ไม่เจริญเติบโต และติดเชื้อโรคต่างๆได้ง่ายขึ้น และ ยังส่งผลต่อความเป็นพิษของสารพิษบางตัว โดยทั่วไปค่าพีเอชน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งจะอยู่ในช่วง 7.5-8.2 และค่าที่แตกต่างกันในรอบวันนั้นไม่ควรเกิน 0.5

ในโครงงานนี้มีแนวคิดที่จะคิดค้นวิธีการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง ด้วยการนำสารสกัดจากธรรมชาติ ได้แก่ ดอกอัญชัญ กะหล่ำปลีม่วง ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนสีเมื่ออยู่ในสภาวะที่ความเป็นกรด เบส แตกต่างกัน จึงสามารถนำมาจำแนกค่า pH ของน้ำได้ และในโครงงานนี้ยังพัฒนาขึ้นด้วยการตรวจสอบสีที่เกิดขึ้นโดยใช้ แอพลิเคชั่นในการอ่านค่าสีของ Smart Phone ซึ่งบอกออกมาเป็นค่า รหัสโค้ดสี ที่แน่นอน ทดแทนการสังเกตด้วยตาเปล่าเพราะอาจจะเกิดการคลาดเคลื่อนได้ง่าย ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะเป็นการตรวจสอบที่แม่นยำอีกวิธีหนึ่ง เกษตรกรเลี้ยงกุ้ง ทั่วไปจะสามารถทำการทดลองเองได้ โดยไม่ต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องมือวัดค่า พี เอ็ช ของน้ำราคาแพง มาใช้ในการตรวจสอบเป็นการลดต้นทุนการผลิตเพื่อคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของชาวเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติ
2. เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน

สมมติฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้

สารสกัดจากธรรมชาติบางชนิดจะเกิดการเปลี่ยนสีเมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นกรดและเบสที่แตกต่างกัน จึงสามารถที่จะนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์ ในการตรวจสอบความค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งได้ และในการเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นนี้ถ้าเราตรวจสอบด้วย แอพลิเคชั่น ในสมาร์ทโฟน ก็จะเกิดความแม่นยำมากขึ้น กว่าที่จะสังเกตได้ด้วยตาเปล่า

ขอบเขตของการศึกษา

1. สารสกัดจากธรรมชาติที่ได้นำมาสกัดเป็นอินดิเคเตอร์ในโครงงานนี้ได้นำมาจากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงที่นำมาสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย
2. น้ำในบ่อกุ้งที่มีค่า pH แตกต่างกันนั้น ในโครงงานนี้จัดเตรียมขึ้นโดยนำน้ำในบ่อกุ้งมาปรับให้มี ค่า pH ต่าง ๆ โดยการเติม สาร H_2SO_4 และ NaOH ซึ่งทำการตรวจสอบค่า pH ด้วย อุปกรณ์ Vernier pH Sensor ที่เชื่อมต่อกับ DATALOGGER
3. สถานที่ในการศึกษา บ่อกุ้งที่เป็นแหล่งตัวอย่าง ในการเก็บน้ำมาทำการทดลอง คือบ่อกุ้งของ

นายจักรินทร์ บ้านเนิน ตั้งอยู่ที่ ตำบลบางสระเก้า อำเภอ แหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ส่วนสถานที่ทำการทดลอง คือ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรียานุสรณ์

4. ระยะเวลาในการศึกษา ในช่วง เดือน กุมภาพันธ์ 2562 ถึง เดือน กรกฎาคม 2562

ตัวแปรที่ศึกษา

ตอนที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

ตัวแปรต้น อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วง

ตัวแปรตาม ประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

ตัวแปรควบคุม ความเข้มข้นที่สกัด, ปริมาณสารสกัด, ตัวทำละลาย

ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของอินดิเครเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นแตกต่างกัน ในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

ตัวแปรต้น ความเข้มข้นในการสกัด

ตัวแปรตาม ประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

ตัวแปรควบคุม ปริมาณสารสกัด, ตัวทำละลาย

ตอนที่ 3 การพัฒนาวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน

ตัวแปรต้น ปฏิกริยาของสารสกัดกับน้ำในบ่อกุ้งที่มีค่า pH แตกต่างกัน

ตัวแปรตาม โค้ดสีที่ได้จากการตรวจวัดด้วยแอพลิเคชั้น

ตัวแปรควบคุม ปริมาณสารสกัด, ตัวทำละลาย,แหล่งน้ำที่นำมาตรวจสอบ ,แอพลิเคชั่นที่ใช้ตรวจสอบสี

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน กับวิธีการตรวจสอบด้วยเครื่องมือมาตรฐาน

ตัวแปรต้น วิธีการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

ตัวแปรตาม เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจากการตรวจสอบ

ตัวแปรควบคุม ปริมาณสารสกัด,แหล่งน้ำที่นำมาตรวจสอบ , ปริมาณน้ำที่ทำการตรวจสอบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

อินดิเคเตอร์ หมายถึง สารที่ใช้บอกความเป็นกรด-เบส ของสารละลายได้อย่างหนึ่ง สารประกอบที่เปลี่ยนสีได้ที่ pH เฉพาะตัว จะถูกนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์ ซึ่งในโครงงานนี้ได้จากการสกัดจากสารธรรมชาติ คือ ดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วง

ประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสีที่ได้จากการนำอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติไปตรวจสอบโดยการหยดลงไปในน้ำจากบ่อกุ้งแล้วรอการเกิดปฏิกิริยาจนเปลี่ยนสี

น้ำในบ่อกุ้ง หมายถึง น้ำที่นำมาตรวจสอบค่า pH ด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติซึ่งในโครงงานนี้ได้นำน้ำมาจากบ่อกุ้งที่ทำการเลี้ยงจริง มาทำการปรับค่า pH

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะเป็นการตรวจสอบที่แม่นยำอีกวิธีหนึ่ง เกษตรกรเลี้ยงกุ้ง ทั่วไปจะสามารถทำการทดลองเองได้ โดยไม่ต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องมือวัดค่า พี เอ็ช ของน้ำราคาแพง มาใช้ในการตรวจสอบเป็นการลดต้นทุนการผลิตเพื่อคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของชาวเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

อินดิเคเตอร์

อินดิเคเตอร์ (Indicator) คือ สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด – เบส ของสารละลาย โดยส่วนใหญ่จะเป็นอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแต่ส่วนใหญ่จะเป็นกรดอ่อน ซึ่งสามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ เมื่อ pH ของสารละลายเปลี่ยน

สมบัติของอินดิเคเตอร์

1.อินดิเคเตอร์แต่ละชนิดมีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีจำกัด

2. อินดิเคเตอร์โดยทั่วไปจะมีสารที่ให้สีแตกต่างกัน

3. สีของอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนไปเมื่อค่า pH เปลี่ยนแปลง

อินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่เป็นสารละลายที่มีน้ำหรือแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย โดยปกติใช้ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และใช้เพียง 2-3 หยด ก็จะเห็นสีได้ชัดเจน สีของอินดิเคเตอร์เปลี่ยนไปตามค่า pH ของสารละลาย

การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์

HIn เป็นสัญลักษณ์ของอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปกรด (Acid form)

In- เป็นสัญลักษณ์ของอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปเบส (Basic form)

รูปกรดและรูปเบสมีภาวะสมดุล เขียนแสดงได้ด้วยสมการ ดังนี้

$$HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + In^-_{(aq)}$$

(รูปกรด) (รูปเบส)

HIn และ In- มีสีต่างกันและปริมาณต่างกัน จึงทำให้สีของสารละลายเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าปริมาณ HIn มากก็จะมีสีของรูปกรด ถ้ามีปริมาณ In- มากก็จะมีสีของรูปเบส การที่จะมีปริมาณ HIn หรือ In มากกว่าหรือน้อยกว่านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ H_3O^+ ในสารละลาย ถ้ามี H_3O^+ มากก็จะรวมกับ In- ได้เป็น HIn ได้มาก แต่ถ้าอยู่ในสารละลายที่มี OH^- มาก OH^- จะทำปฏิกิริยากับ H_3O^+ ทำให้H_3O^+ ลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้ In- มากขึ้น

พืชที่นำมาใช้ทำอินดิเคเตอร์

อัญชัน

ภาพที่ 1 ดอกอัญชัน

ชื่อสามัญ Butterfly pea, Blue pea

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clitoria ternatea L.*

อยู่ในวงศ์ถั่ว (Fabaceae หรือ Leguminosae) และอยู่ในวงศ์ย่อยถั่ว Faboideae (Papilionoideae หรือ Papilionaceae)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : อัญชันเป็นไม้เลื้อยเนื้ออ่อน อายุสั้น ใช้ยอดเลื้อยพัน ลำต้นมีขนปกคลุม ใบประกอบแบบขนนก เรียงตรงข้ามยาว 6-12 เซนติเมตร มีใบย่อยรูปไข่ 5-7 ใบ กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 3-5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ผิวใบด้านล่างมีขนหนาปกคลุม

ดอกสีขาว ฟ้า และม่วง ดอกออกเดี่ยว ๆ รูปทรงคล้ายฝาหอยเชลล์ออกเป็นคู่ตามซอกใบ กลีบดอก 5 กลีบ ดอกบานเต็มที่ยาว 2.5-3.5 เซนติเมตรกลีบคลุมรูปกลม ปลายเว้าเป็นแอ่ง ตรงกลางมีสีเหลือง มีทั้งดอกซ้อนและดอกลา ดอกชั้นเดียวกลีบขั้นนอกมีขนาดใหญ่กลางกลีบสีเหลือง ส่วนกลีบชั้นในขนาดเล็กแต่ดอกซ้อนกลีบดอกมีขนาดเท่ากัน ซ้อนเวียนเป็นเกลียวออกดอกเกือบตลอดปี ผลแห้งแตก เป็นฝักแบน กว้าง 1-1.5 เซนติเมตร ยาว 5-8 เซนติเมตร เมล็ดรูปไต สีดำ มี 5-10 เมล็ด

กะหล่ำปลีม่วงหรือกะหล่ำปลีแดง

ภาพที่ 2 กะหล่ำปลีม่วงหรือกะหล่ำปลีแดง

กะหล่ำปลีแดง : Purple cabbage

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica oleracea*

อยู่ในวงศ์ : Brassicaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก ลำต้นมีลักษณะกลมสั้นๆ มีเป็นข้อสั้นๆจะมีก้านใบหุ้มโดยรอบๆลำต้น ลำต้นมีสีขาวนวล เป็นใบเลี้ยงเดี่ยว ออกเรียงเวียนตรงข้อรอบๆลำต้น มีลักษณะทรงกลม มีใบหนา กว้าง ใบเป็นคลื่น ขอบใบย่น มีก้านใบสั้นจะหุ้มโดยรอบๆลำต้น มีใบหุ้มซ้อนกันแน่นหลายชั้น หัวห่อหุ้มกลมแน่นๆ มีสีแดง สีม่วงแก่หรืออ่อน สีแดงทับทิม ตามสายพันธุ์ มีรสชาติหวานกรอบ มีกลิ่นเฉพาะตัว มีระบบรากแก้ว แทงลึกลงในดิน มีลักษณะกลม มีรากแขนงรากฝอยเล็กๆ ออกรอบบริเวณลำต้น จะมีสีน้ำตาล ออกเป็นช่อ ก้านช่อใหญ่ยาว มีดอกย่อยอยู่ มีลักษณะทรงรี กลีบดอกมีสีเหลือง ก้านดอกยาว ออกปลายของลำต้น มีผลเป็นฝัก มีลักษณะเรียวยาว ปลายฝักแหลม ฝักอ่อนสีเขียว ฝักแก่สีน้ำตาล เมื่อฝักแก่จัดแตกออกได้ มีเมล็ดเล็กๆเรียงซ้อนกันอยู่ข้างใน เมล็ดอยู่ในฝัก มีลักษณะกลมๆ มีขนาดเล็กๆ มีสีดำ

การเลี้ยงกุ้งขาว

กุ้งขาวแปซิฟิก (Litopenaeus vannamei) เป็นกุ้งพื้นเมืองในทวีปอเมริกาใต้พบทั่วไปบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก เกษตรกรในประเทศไทยนิยมเรียกว่ากุ้งขาวแวนนาไมหรือเรียกกันว่า “กุ้งขาว” เป็นกุ้งที่เลี้ยงง่าย มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากพ่อแม่พันธุ์ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาเป็นเวลาช้านาน ลักษณะเฉพาะของกุ้งขาวที่สามารถสังเกตเห็นเด่นชัดคือบริเวณฟันกรี(หนาม) ด้านบนจะหยักและถี่ ปลายกรีจะตรง โดยที่ฟันกรีด้านล่าง 2 อันและด้านบน 8 อัน ความยาวของกรีจะยาวกว่าลูกตา ไม่มากและที่สังเกตเห็นได้ชัด คือ

จะเห็นลำไส้กุ้งชนิดนี้ชัดกว่ากุ้งขาวอื่นๆ ขณะที่โตเต็มวัยสมบูรณ์เต็มที่ของกุ้งชนิดนี้จะมีความยาวทั้งหมด 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว)

ภาพที่ 3 กุ้งขาว

สภาพแวดล้อมในการเลี้ยง

กุ้งขาวแปซิฟิกเป็นกุ้งที่เลี้ยงได้ทั้งระบบธรรมชาติ และระบบกึ่งหนาแน่น ลักษณะพิเศษของกุ้งสายพันธุ์นี้คือสามารถสร้างความคุ้นเคยหรือปรับลักษณะนิสัยภายใต้ระบบการเพาะเลี้ยงได้เช่น สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในน้ำที่มีระดับความเค็มที่ 5 -35 ส่วนในพันส่วน และระดับความเค็มต่ำ 0-5 ส่วน แต่ระดับความเค็มที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีคือ 10-22 ส่วนในพันส่วน ส่วนอุณหภูมิที่สามารถเจริญเติบได้ดีคือ 26-29 องศาเซลเซียส แต่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำควรมีค่า 4-9 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับค่าความเป็นกรดและด่างควรอยู่ระหว่าง 7.2-8.6 ซึ่งสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งหรือบริเวณพื้นที่ที่มีความเค็มต่ำ กุ้งชนิดนี้ชอบน้ำกระด้างที่มีความกระด้างรวม 120 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าอัลคาไลน์ในช่วง 80-150 มิลลิกรัมต่อลิตร มีนิสัยที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยง ตื่นตกใจง่าย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาญ เถาวันนี และคณะ (2661) โรงเรียนศรียานุสรณ์จันทบุรี ได้ทำการศึกษา การศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยแผ่นทดสอบจากแมกนีไทต์มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตอบสนองของแผ่นทดสอบจากแมกนีไทต์ต่อค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยแผ่นทดสอบจากแมกนีไทต์ เนื่องจากสารประกอบเหล็กที่อยู่ในรูป Fe3O4 หรือที่เรียกว่า แมกนีไทต์ (magnetite) จัดเป็นสารประกอบ อนินทรีย์ ซึ่งจะมีความเป็นแม่เหล็กและจะมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ เมื่อ แมกนีไทต์อยู่ในสภาวะความเป็นกรด เบส ที่แตกต่างกัน สมบัติความเป็นแม่เหล็กและสมบัติในการนำไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้น แมกนีไทต์ จึงสามารถนำมาประยุกต์ทำเป็นแผ่นทดสอบในการวัดค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง โครงงานนี้มีแนวคิดที่จะคิดค้นวิธีการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง ด้วยแผ่นทดสอบ ที่จัดทำขึ้นจากส่วนผสมของน้ำยางพาราผสมกับสารสังเคราะห์แมกนีไทต์ ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่า แผ่นทดสอบจากแมกนีไทต์ มีสภาพการนำไฟฟ้าเปลี่ยนไปเมื่ออยู่ในน้ำที่มีสภาพความเป็นกรด และ เบส แตกต่างกัน ในการตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะเป็นการตรวจสอบที่แม่นยำอีกวิธีหนึ่ง และแผ่นทดสอบ สามารถนำมาใช้งานได้หลายครั้ง เกษตรกรเลี้ยงกุ้ง ทั่วไปจะสามารถทำการทดลองเองได้ โดยไม่ต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องมือวัดค่าพีเอชของน้ำราคาแพง มาใช้ในการตรวจสอบเป็นการลดต้นทุนการผลิตเพื่อคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของชาวเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

เฉลิมพร ทองพูน (2558) ได้ศึกษาวิจัย การใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส ซึ่งได้นำสารสกัดจากดอกอัญชันโดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบส สารสกัดดอกอัญชันมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสีในสารละลายที่มีค่าพีเอชที่แตกต่างกัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเต

อร์ธรรมชาติได้ การเปลี่ยนแปลง เฉดสีนี้ขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-เบสของสารที่นำมาทำปฏิกิริยากับสารสกัดดอกอัญชัน สามารถระบุได้ดังต่อไปนี้: เปลี่ยนเป็นสีแดงที่พีเอช 1-2, สีม่วง พีเอช 3-4, น้ำเงิน พีเอช 5-8, สีน้ำตาล พีเอช 9-11 และสีเหลืองที่ พีเอช มากกว่า 12 งานวิจัยนี้ ได้นำสารสกัดจากดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้เป็น อินดิเคเตอร์กรด-เบส ในกระบวนการไทเทรตกรด-เบส ประกอบไปด้วย การไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ การไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อน การไทเทรตกรดอ่อน-เบสแก่ และการไทเทรตกรดอ่อน-เบสอ่อน ผลที่ได้พบว่าสารสกัดดอกอัญชันสามารถประยุกต์ใช้กับการไทเทรตได้ทุกประเภท

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

วัสดุ อุปกรณ์

1. pH มิเตอร์	2. ดอกอัญชัน	3. ดอกกะหล่ำม่วง
4. น้ำกลั่น	5. น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง	6. กล่องแสง
7. หลอด LED	8. H_2SO_4	9. NaOH

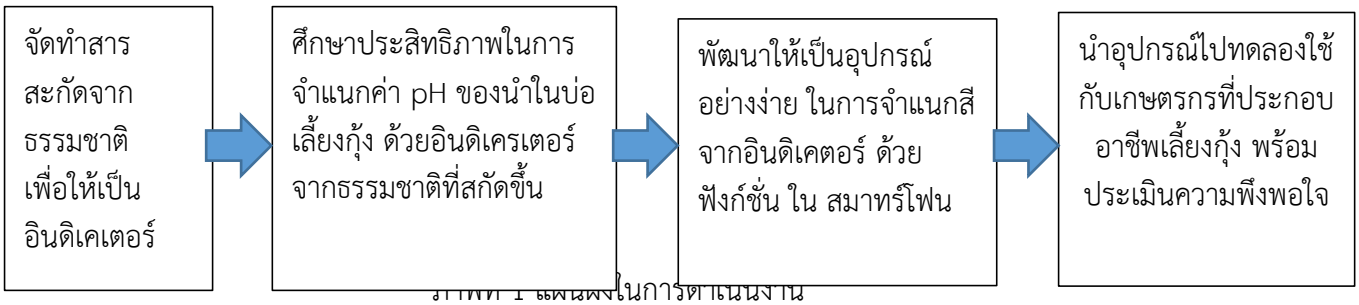
วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนการสำรวจสภาพปัญหา

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาสภาพปัญหาของการประกอบอาชีพเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรในท้องถิ่น โดยการศึกษาจากแหล่งข้อมูล และการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ทำการเลี้ยงกุ้งในเขตจังหวัดจันทบุรี ซึ่งผู้จัดทำโครงงานได้ทำการสุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์ข้อมูลกับเกษตรกรที่เลี่ยงกุ้งในเขตอำเภอแหลมสิงห์ อำเภอท่าใหม่ จำนวน 5 ราย เพื่อให้ได้ซึ่งข้อมูลว่าในการประกอบอาชีพเลี้ยงกุ้งขาวตั้งแต่ดำเนินการปล่อยกุ้งขาวจนกระทั่งถึงเวลาเก็บกุ้งขาวเพื่อทำการส่งออกทางตลาด นั้นมีวิธีการดูแลสภาพน้ำอย่างไรเพื่อให้กุ้งขาวเจริญเติบโตได้ดี และปัญหาในการดูแลสภาพน้ำให้เหมาะสมในแต่ละช่วงวัยนั้นมีอะไรบ้าง

ขั้นตอนการวางแผนการทดลอง

เมื่อทำการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับการดูแลสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวได้ดีนั้น ผู้จัดทำได้วางแผนในการดำเนินงานตามแผนผังดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 แผนผังในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการจัดเตรียมการทดลอง

ขั้นตอนการเตรียมในบ่อเลี้ยงกุ้งสำหรับทดลอง

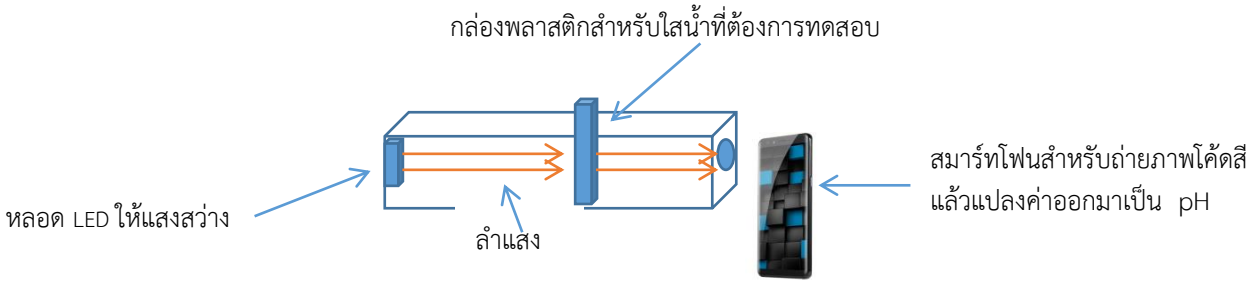
ในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH แตกต่างกันสำหรับทำการทดลองโดยการนำน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจริง มา ทำการปรับค่า pH ตั้งแต่ pH 0 จนถึง pH 14 ซึ่งวิธีการนั้นจะนำน้ำในบ่อกุ้งแล้วมาทำการวัดค่า pH เริ่มต้นจากเครื่อง pH มิเตอร์ จากนั้นถ้าต้องการให้น้ำมีความเป็นกรดโดยการ H_2SO_4 ลงไป จนได้ค่า pH ตามที่ต้องการ และถ้าต้องการให้น้ำมีสภาพเป็นเบสโดยการเติม NaOH ลงไป

ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดอินดิเครเตอร์จากธรรมชาติเพื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

ในขั้นตอนนี้เป็นการ นำ ดอกอัญชัน กะหล่ำปลีม่วง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายจากธรรมชาติ นำมาทำการสกัด เพื่อที่จะใช้เป็นอินดิเคตอร์ในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยการนำ ดอกอัญชัน และ กะหล่ำปลีม่วง ปริมาณ 20 กรัม มาบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดสารในระหว่างบดเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่ในบีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารที่กรองแล้ว 1 ครั้ง เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และนำไปกรองครั้งที่ 2 ด้วยผ้าขาวบาง

ขั้นตอนในการเตรียมกล่องเครื่องสำหรับเป็นอุปกรณ์ในการตรวจสอบค่าpH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง

ในขั้นนี้เป็นการประดิษฐ์อุปกรณ์อย่างง่ายสำหรับใช้ในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งอุปกรณ์จะมีลักษณะดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ภาพร่างของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง

ในการตรวจสอบนั้นจะนำน้ำที่ต้องการตรวจสอบใส่ลงในกล่องพลาสติกแล้วหยดสารสกัดอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติลงไปเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนสี จากนั้นทำการเปิดไฟ ให้แสงสว่างตกกระทบ กล่องพลาสติกที่ใส่น้ำ จากนั้นทำการถ่ายภาพด้วยสมาร์ทโฟนเพื่อวัดค่าโค้ดสี จากนั้นนำภาพเข้าแอพพลิเครชั่นในการตรวจสอบค่าโค้ดสีที่ผู้จัดทำเขียนขึ้น เพื่อแปลงจากค่าโค้ดสีให้ออกมาเป็นค่า pH ได้ทันที ซึ่งจะสะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้

ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

1. จัดเตรียมน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งสำหรับการทดลองแล้วทำการปรับค่าความเป็นกรด เบส ตั้งแต่ pH 0 จนถึง pH 14 จัดเตรียมสารสกัดอินดิเคเตอร์จาก ดอกอัญชัน และ ดอกกะหล่ำปลีม่วง ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน
2. นำน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH 0 ใส่ใน คิวเวท แล้วนำไปใส่ลงในกล่องเครื่องมือสำหรับตรวจสอบค่า pH ที่ประดิษฐ์ขึ้น แล้วทำการหยด อินดิเคเตอร์ จากดอกอัญชัน ลงไปในน้ำที่จะตรวจสอบ
3. ทำการเปิดไฟจากหลอด LED จากนั้นสังเกตสีที่เกิดขึ้นจากรูข้างกล่องเครื่องมือฝั่งตรงกันข้ามกับหลอดไฟ โดยทำการบันทึกภาพด้วยกล้องจาก สมาร์ทโฟน ผ่าน แอพลิเคชั่น Pixel picker
4. ทำการทดลองซ้ำ ตามข้อ 2 – 3 เหมือนเดิม แต่เปลี่ยนเป็นตรวจสอบสีที่เกิดขึ้นจากน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH 1 จนถึง pH 14 ตามลำดับ และเปลี่ยนเป็นสารสกัดอินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำม่วงแทน

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของอินดิเครเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นแตกต่างกัน ในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

1. จัดเตรียมน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งสำหรับการทดลองแล้วทำการปรับค่าความเป็นกรด เบส ตั้งแต่ pH 0 จนถึง pH 14
2. จัดเตรียมสารสกัดอินดิเคเตอร์จาก ดอกอัญชัน และ ดอกกะหล่ำปลีม่วง ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยการจัดทำอินดิเคเตอร์ที่มีส่วนผสมของสารธรรมชาติและตัวทำละลายที่เป็นน้ำ ด้วยสัดส่วนดังนี้คือ 20 g : 50 mL , 20 g : 60 mL , 20 g : 70 mL , 20 g : 80 mL , 20 g : 90 mL และ 20 g:100 mL
3. นำน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH 0 ใส่ใน คิวเวท แล้วนำไปใส่ลงในกล่องเครื่องมือสำหรับตรวจสอบค่า pH ที่ประดิษฐ์ขึ้น แล้วทำการหยด อินดิเคเตอร์ จากดอกอัญชันที่มีเข้มข้น 20 g : 50 mL ลงไปในน้ำที่จะตรวจสอบ

4. ทำการเปิดไฟจากหลอด LED จากนั้นสังเกตสีที่เกิดขึ้นจากรูข้างกล่องเครื่องมือฝั่งตรงกันข้ามกับหลอดไฟ โดยทำการบันทึกภาพด้วยกล้องจาก สมาร์ทโฟน ผ่าน แอพลิเคชั่น Pixel picker
5. ทำการทดลองซ้ำ ตามข้อ 3 – 4 เหมือนเดิม แต่เปลี่ยนเป็นตรวจสอบสีที่เกิดขึ้นจากน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH 1 จนถึง pH 14 ตามลำดับ
6. ทำการทดลองซ้ำ ตามข้อ 3 – 5 เหมือนเดิม แต่เปลี่ยนเป็นอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันที่มีความเข้มอื่นจนครบทุกความเข้มข้น
7. ทำการทดลองซ้ำ ตามข้อ 2 – 3 เหมือนเดิม แต่เปลี่ยนเป็นการตรวจสอบสีที่เกิดขึ้นจากน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยอินดิเคเตอร์ จากดอกกะหล่ำด้วยความเข้มข้นต่าง ๆ แทน

การทดลองที่ 3 การพัฒนาวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน

ในการศึกษาทดลองที่ 1 และ 2 นั้นจะทำให้เราทราบสารอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำว่าอันไหนและสารสกัดความเข้มข้นเท่าใดที่จะมีประสิทธิภาพในการจำแนกสีของการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งได้ดีที่สุด ซึ่งในการตรวจสอบนั้นจะจัดทำเป็นแถบสีมาตรฐานตั้งแต่ค่า pH 0 จนถึงค่า pH 14 เมื่อนำน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ทำการตรวจสอบค่ามาทำการหยดสารอิดิเคเตอร์แล้วสังเกตการเกิดสีจากนั้นทำการเทียบเคียงกับแถบสีมาตรฐานที่จัดทำขึ้นว่าอยู่ในช่วง pH เท่าใด แต่ในการตรวจสอบวิธีนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องประสิทธิภาพในการจำแนกสีของคนเรามีความแตกต่างกัน รวมทั้งบริเวณที่ทำการตรวจสอบอาจเป็นบริเวณที่มีมีแสงสว่างที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นการพัฒนาวิธีการตรวจสอบค่า pH ร่วมกับ การใช้สมาร์โฟน โดยการนำเอาอินดิเคเตอร์ชนิดและความเข้มข้นที่สามารถทำการจำแนกสีได้ดีที่สุด มีทำการตรวจสอบน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH ตั้งแต่ pH 0 จนถึง pH 14 โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งสำหรับการทดลองแล้วทำการปรับค่าความเป็นกรด เบส ตั้งแต่ pH 0 จนถึง pH 14
2. นำน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH 0 ใส่ใน คิวเวท แล้วนำไปใสลงในกล่องเครื่องมือสำหรับตรวจสอบค่า pH ที่ประดิษฐ์ขึ้น แล้วทำการหยดอินดิเคเตอร์ลงไปในน้ำที่จะตรวจสอบ
3. ทำการบันทึกภาพด้วยกล้องจาก สมาร์ทโฟน ผ่าน แอพลิเคชั่น Pixel picker แล้วบันทึกค่า โค้ดสี ซึ่งจะเป็นตัวเลขฐานสิบหก
4. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2 – 3 แต่เปลี่ยนเป็นน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีค่า pH 1 ถึง pH 14 ตามลำดับ
5. นำค่ารหัสโค้ดสีที่ได้ในแต่ละการทดสอบของน้ำในบ่อเลี่ยงกุ้งแต่ละค่า pH มาทำการเขียนแอพลิเคชั่นใน สมาร์ทโฟน สำหรับการอ่านค่าโค้ดสี และพัฒนาให้เป็นแอพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานได้ง่าย
6. ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำของการตรวจสอบด้วยแอพลิชั่นที่สร้างขึ้น

การทดลองตอนที่ 4 การเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน กับวิธีการตรวจสอบด้วยเครื่องมือมาตรฐาน

จากขั้นตอนการศึกษาทดลองที่ 3 เมื่อเราพัฒนาแอพลิชั่นสำหรับการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งเพื่อที่จะเป็นการให้ทุก ๆ คนสามารถที่จะใช้งานได้ง่ายและมีความแม่นยำในการตรวจสอบมากขึ้น ในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของการตรวจสอบและเพื่อศึกษาว่าการตรวจสอบด้วยวิธีการนี้สามารถนำไปใช้ได้กับสภาพน้ำในบ่อกุ้งทุก ๆ สถานที่ ซึ่งในการศึกาทดลองนั้นจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งใน

บริเวณจังหวัดจันทบุรีจำนวน 5 สถานที่ มาทำการตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ยด้วย อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่นใน สมาทร์ โฟน กับวิธีการตรวจสอบค่า pH ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน pH มิเตอร์ จากนั้นทำการเปรียบเทียบโดยการหาเปอร์เซ็นตวามแตกต่างจากสมการดังนี้

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง = $\frac{|X_1 - X_2|}{X_1} \times 100$ %

โดย X_1 คือ ค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่ตรวจสอบได้จากวิธีการที่พัฒนาขึ้น

X_1 คือ ค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่ตรวจสอบได้จากเครื่องมือมาตรฐาน

บทที่ 4
ผลการดำเนินการ

ผลการสำรวจสภาพปัญหา

จากการศึกษาสภาพปัญหาของการประกอบอาชีพเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรในท้องถิ่น โดยการศึกษาจากแหล่งข้อมูล และการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ทำการเลี้ยงกุ้งในเขตจังหวัดจันทบุรี ซึ่งผู้จัดทำโครงงานได้ทำการสุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์ข้อมูลกับเกษตรกรที่เลี่ยงกุ้งในเขตอำเภอแหลมสิงห์ อำเภอท่าใหม่ จำนวน 5 ราย เพื่อให้ได้ซึ่งข้อมูลว่าในการประกอบอาชีพเลี้ยงกุ้งขาวตั้งแต่ดำเนินการปล่อยกุ้งขาวจนกระทั่งถึงเวลาเก็บกุ้งขาวเพื่อทำการส่งออกทางตลาด นั้นมีวิธีการดูแลสภาพน้ำอย่างไรเพื่อให้กุ้งขาวเจริญเติบโตได้ดี และปัญหาในการดูแลสภาพน้ำให้เหมาะสมในแต่ละช่วงวัยนั้นมีอะไรบ้าง ผู้จัดทำได้ทราบข้อมูลดังนี้คือ หัวใจหลักในการเลี้ยงกุ้งนั้น จะต้องดูแลสภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำ เป็นอย่างดี เพราะถึงแม้จะมีพันธุ์กุ้งที่แข็งแรงและมีคุณภาพมากแค่ไหน แต่หากดูแลน้ำได้ไม่ดีก็ไม่เกิดผล เพราะฉะนั้นเราจึงต้องหมั่นดูแลบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพันธุ์กุ้งแต่ละชนิดค่า pH ของน้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ ต่อการเลี้ยงกุ้งเป็นอย่างมาก ซึ่งเกษตรกรจะควบคุม pH ของน้ำแนื่องจากถ้า pH ของน้ำมีค่าสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมจะมีผลทำให้กุ้งนั้นมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง และอาจทำให้กุ้งไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ การเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำในรอบวันมากเกินไปจะมีผลทำให้กุ้งเครียด ไม่เจริญเติบโต และติดเชื้อโรคต่างๆได้ง่ายขึ้น และ ยังส่งผลต่อความเป็นพิษของสารพิษบางตัว โดยทั่วไปค่าพีเอชน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งจะอยู่ในช่วง 7.5-8.2 และค่าที่แตกต่างกันในรอบวันนั้นไม่ควรเกิน 0.5

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

จากการศึกษาทดลองนำอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง พบว่า สีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำปลีม่วงนั้นเมื่อนำไปตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งนั้นจะให้ผลที่คล้ายกัน คือ เมื่อน้ำในบ่อกุ้งที่ pH 0 -14 พบว่า ที่ pH 0-1 อินดิเคเตอร์มีสีชมพู pH 2 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีม่วงและมีสีเข้มขึ้นเมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น pH 7 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินและมีสีเข้มขึ้นเมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น และที่ pH 14 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ผลที่ได้นั้นดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่1แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำเมื่อตรวจสอบค่าpH ของน้ำในบ่อกุ้งที่ pH ต่าง ๆ

อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน 20 g : 90 mL				อินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำ 20 g : 90 mL			
ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี
0		8		0		8	

1		9		1		9	
2		10		2		10	
3		11		3		11	
4		12		4		12	
5		13		5		13	
6		14		6		14	
7				7			

ผลศึกษาประสิทธิภาพของอินดิเครเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นแตกต่างกัน ในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้ง

จากการศึกษาทดลองอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำปลีม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกันนั้น พบว่า อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันที่ความเข้มข้นต่าง จะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสี ที่เหมือนกันดังนี้คือ pH 0 – pH 1 อินดิเคเตอร์มีสีชมพู pH 2 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีม่วงและมีสีเข้มขึ้นเมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น pH 5 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินและมีสีเข้มขึ้นเมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น และที่ pH 14 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนอินดิเคเตอร์ที่สามารถจำแนกสีได้อย่างชัดเจนที่สุด คือ อินดิเคเตอร์ที่สกัดจากดอกอัญชันด้วยความเข้มขัน 20 g : 0 mL

และจากการศึกษาทดลองประสิทธิภาพการแสดงสีของอินดิเคเตอร์จากกะหล่ำปลีม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าอินดิเคเตอร์มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสีเหมือนกัน คือ pH 0 – pH 1 อินดิเคเตอร์มีสีชมพู pH 2 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีม่วงและมีสีเข้มขึ้นเมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น pH 7 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินและมีสีเข้มขึ้นเมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น pH 12 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีเขียว และที่ pH 13 อินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนอินดิเคเตอร์ที่สกัดจากดอกกะหล่ำปลีม่วงที่สามารถจำแนกสีได้อย่างชัดเจนที่สุด คือ อินดิเคเตอร์ที่สกัดด้วยความเข้มขัน . 20 g : 90 mL ผลการศึกษาทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำที่สกัดด้วยความเข้มข้นที่สามารถจำแนกสีได้ชัดเจนที่สุด เมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งที่ pH ต่าง ๆ

อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันที่ความเข้มข้น 20 g : 50 mL				อินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำที่ความเข้มข้น 20 g : 50 mL			
ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี
0		8		0		8	
1		9		1		9	

2		10		2		10	
3		11		3		11	
4		12		4		12	
5		13		5		13	
6		14		6		14	
7				7			

ผลการพัฒนาวีธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน

จากการศึกษาทดลองนำอินดิเคเตอร์ที่สกัดด้วยความเข้มข้นที่สามารถจำแนกสีได้ชัดเจนที่สุด นั้นคือผู้จัดทำได้เลือกอินดิเคเตอร์ที่สกัดจาก ดอกกะหล่ำปลีม่วง ด้วยความเข้มข้น 20g:50mL มาทำการทดลองเพื่อวัดค่า โค้ดสีจากแอพลิเคชั่น Pixel picker เพื่อนำค่าโค้ดสีที่ได้ของการตรวจสอบน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแต่ละ pH ไปพัฒนาเป็นแอพลิเคชั่นสำหรับการตรวจสอบค่า pH อีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แสดงค่าโค้ดสีที่ได้จากการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ด้วยอินเคเตอร์

น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง	ค่าโค้ดสี	สี	น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง	ค่าโค้ดสี	สี
pH 0	D34C6C		pH 8	ADABB8	
pH 1	CB4665		pH 9	B1A4B8	
pH 2	AE6E89		pH 10	B2AEA3	
pH 3	BF748B		pH 11	A8A4BC	
pH 4	BB859C		pH 12	87AD86	
pH 5	9F7F96		pH 13	DCDC7C	
pH 6	A8889D		pH 14	F1DD58	
pH 7	9593AA				

ผลการเปรียบเทียบวีธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน กับวิธีการตรวจสอบด้วยเครื่องมือมาตรฐาน

จากการพัฒนาแอพลิชั่นสำหรับการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งและในการทดลองเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของการตรวจสอบและเพื่อศึกษาว่าการตรวจสอบด้วยวิธีการนี้สามารถนำไปใช้ได้กับสภาพน้ำในบ่อกุ้งทุก ๆ สถานที่ ซึ่งได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งในบริเวณจังหวัดจันทบุรีจำนวน 5 สถานที่ มาทำการตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ด้วย อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่นใน สมาทร์ โฟน กับวิธีการตรวจสอบค่า pH ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน pH มิเตอร์ จากนั้นทำการเปรียบเทียบโดยการหาเปอร์เซ็นตวามแตกต่างผลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยวิธีการที่พัฒนาขึ้นกับการตรวจสอบด้วย pH มิเตอร์ ในบ่อเลี้ยงกุ้งของชาวเกษตรกร

แหล่งที่มาของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง	**ค่าที่วัดได้จาก** pH meter	**ค่าที่วัดได้จากวิธีการที่พัฒนาขึ้น**	**เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง**
บ่อ A	7.83	8	2.17
บ่อ B	5.86	6	2.39
บ่อ C	4.15	4	3.61
บ่อ D	6.3	6	4.76
บ่อ E	4.2	4	4.76

บทที่ 5
สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผล

1. ค่า pH ของน้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้งเป็นอย่างมาก ซึ่งเกษตรกรจะควบคุม pH ของน้ำเนื่องจากถ้า pH ของน้ำไม่เหมาะสมจะมีผลทำให้กุ้งนั้นมีการเจริญเติบโตที่ช้าลงและจะมีผลทำให้กุ้งเครียด ไม่เจริญเติบโต และติดเชื้อโรคต่างๆได้ง่ายขึ้น และยังส่งผลต่อความเป็นพิษของสารพิษบางตัว โดยทั่วไปค่าพีเอชน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งจะอยู่ในช่วง 7.5-8.2 และค่าที่แตกต่างกันในรอบวันนั้นไม่ควรเกิน 0.5
2. สารสกัดจากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำปลีม่วงจะสามารถทำมาเป็นอินดิเคเตอร์ในการตรวบสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งได้เนื่องจากเมื่อทำปฏิกริยากับน้ำที่มีค่า pH ต่าง ๆ แล้วจะทำให้เกิดสีที่แตกต่างกัน อินดิเคเตอร์ที่สามารถจำแนกสีได้อย่างชัดเจนที่สุด คือ อินดิเคเตอร์ที่สกัดจากดอกอัญชันด้วยความเข้มขัน 20g:50mL และอินดิเคเตอร์ที่สกัดจากดอกกะหล่ำปลีม่วงที่สกัดด้วยความเข้มขัน 20g:50mL
3. การพัฒนาวีธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่นในสมาทร์โฟนจะทำให้การตรวจสอบค่า pH มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นเนื่องจากการตรวจสอบด้วยตาเปล่าอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการสังเกตด้วยตาเปล่า
4. จากการเปรียบเทียบวีธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วย อินดิเคเตอร์ จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่น ใน สมาทร์ โฟน กับวิธีการตรวจสอบด้วยเครื่องมือมาตรฐาน ซึ่งได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งในบริเวณจังหวัดจันทบุรีจำนวน 5 สถานที่ มาทำการตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ด้วย อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่นใน สมาทร์ โฟน กับวิธีการตรวจสอบค่า pH ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน pH มิเตอร์ จากนั้นทำการเปรียบเทียบโดยการหาเปอร์เซ็นตวามแตกต่างผลปรากฏว่า วีธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ ร่วมกัน แอพลิเคชั่นในสมาทร์โฟน สามารถตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งได้ใกล้เคียงกับการตรวจสอบค่า pH ด้วยวิธีการที่ใช้เครื่องมือมาตรฐาน ซึ่งให้ค่าเปอร์เว็นต์ความแตกต่าง ไม่เกิน 5%

อภิปรายผล

สารสกัดจากดอกอัญชันและดอกกะหล่ำปลีม่วงจะสามารถทำมาเป็นอินดิเคเตอร์ในการตรวบสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งได้เนื่องจากเมื่อทำปฏิกริยากับน้ำที่มีค่า pH ต่าง ๆ แล้วจะทำให้เกิดสีที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของเฉลิมพร ทองพูน (2558) ที่ได้ การใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส ซึ่งในการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับการใช้อินดิเคเตอร์สังเคราะห์พบว่า อินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่สกัดจากดอกอัญชันมีคุณสมบัติที่ดีและสามารถนำมาใช้แทนที่กรด-เบสอินดิเคเตอร์สังเคราะห์สำหรับการไทเทรตกรด-เบสได้ นอกจากนี้ยังมีราคาถูก เตรียมสารสกัดได้ง่ายและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาวีธีการตรวจสอบตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อกุ้งด้วยด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติร่วมกัน แอพลิเคชั่นในสมาทร์โฟนจะทำให้การตรวจสอบค่า pH มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นเนื่องจากการตรวจสอบด้วยตาเปล่าอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการสังเกตด้วยตาเปล่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุติมา เชื้อพลบ (2558) ที่ได้สร้างเครื่องมืออย่างง่ายที่ใช้กล้องสมาร์ทโฟนสำหรับการหาปริมาณของแอมโมเนียม ที่ทำให้การตรวจสอบให้ค่าปริมาณแอมโมเนียมที่ถูกต้องมากกว่า และการตรวจสอบค่า pH ด้วยวิธีการนี้เป็นวิธีการที่เกษตรกรสามารถใช้งานได้ง่าย จากการปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบค่า pH ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่ทำการสุ่มตัวอย่างมาด้วย

วิธีการนี้กับการตรวจสอบด้วย pH มิเตอร์พบว่าให้ผลที่ใกล้เคียงกันและให้ค่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ๆ ที่ไม่เกิด 5% ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาอินดิเคเตอร์ให้สามารถเก็บไว้ได้ในอายุที่ยืนยาวเพื่อให้เกษตรกรสามารถเก็บไว้ใช้ได้หลายครั้ง
2. ควรทำการพัฒนา แอพลิเคชั่นที่สามารถอ่านค่าสีจากภาพถ่ายได้เลยจะได้ลดความซ้ำซ้อนของการทำงาน และเกษตรกรสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น

บรรณานุกรม

กมลศิริ พันธนียะ. 2545. **กุ้งขาวลิโทพีเนียส แวนนาไม.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา. https://www.shrimpcenter.com/t-shrimp051.html (8 มิถุนายน 2562).

ชุติมา เชื้อพลบ และคณะ .2558 . เครื่องมืออย่างง่ายที่ใช้กล้องสมาร์ทโฟนสำหรับการหาปริมาณของแอมโมเนียม.โครงการวิจัยภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ธวัชชัย ศรีวิบูลย์และสมบูรณ์ แก้วปิ่นทอง. **ปฏบัติการเคมีวิเคราะห์ 2**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2551

พิมล เรียนวัฒนา และ ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์ **. เคมีสภาวะแวดล้อม** .กรุงเทพฯ :โอ.เอส.พรินติ้งเฮ้าส์ , 2550.

เฉลิมพร ทองพูน และคณะ (2558). การใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส. รายงานการศึกษาวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สุนันทา วิบูลย์จันทร์ . **เคมีอินทรีย์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล , 2558

แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม . หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพฯ :โอ. เอส.พรินติ้งเฮ้าส์ ,2551.

เว็บไซต์เมดไทย. 2556. **อัญชัน สรรพคุณและประโยชน์ของดอกอัญชัน.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา. https://medthai.com/ (8 มิถุนายน 2562).

ฐานข้อมูลพืชผัก บทความเกษตร. 2551. **กะหล่ำปลีแดง (Red Cabbage).** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา. https://vegetweb.com/(9 มิถุนายน 2562).

Beker U.G. , Guner F.S. , DiZman M. and Erciyes A.T.1999. Heavy metal removal by ion exchange based on hydroxyetthyl cellulose . Jouurnal of Applied Polymer Science 74 : pp 3501 – 3506

ภาคผนวก

ตารางที่ 5 แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ

อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน ที่ความเข้มข้น 20 g : 50 mL				อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน ที่ความเข้มข้น 20 g : 70 mL			
ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี

0		8		0		8	
1		9		1		9	
2		10		2		10	
3		11		3		11	
4		12		4		12	
5		13		5		13	
6		14		6		14	
7				7			

ตารางที่ 6 แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ

อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน ที่ความเข้มข้น 20 g : 90 mL			
ค่า pH	สี	ค่า pH	สี
0		8	
1		9	
2		10	
3		11	
4		12	
5		13	
6		14	
7			

ตารางที่ 7 แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ

อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน ที่ความเข้มข้น 20 g : 50 mL				อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน ที่ความเข้มข้น 20 g : 70 mL			
ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี	ค่า pH	สี
0		8		0		8	

1		9		1		9	
2		10		2		10	
3		11		3		11	
4		12		4		12	
5		13		5		13	
6		14		6		14	
7				7			

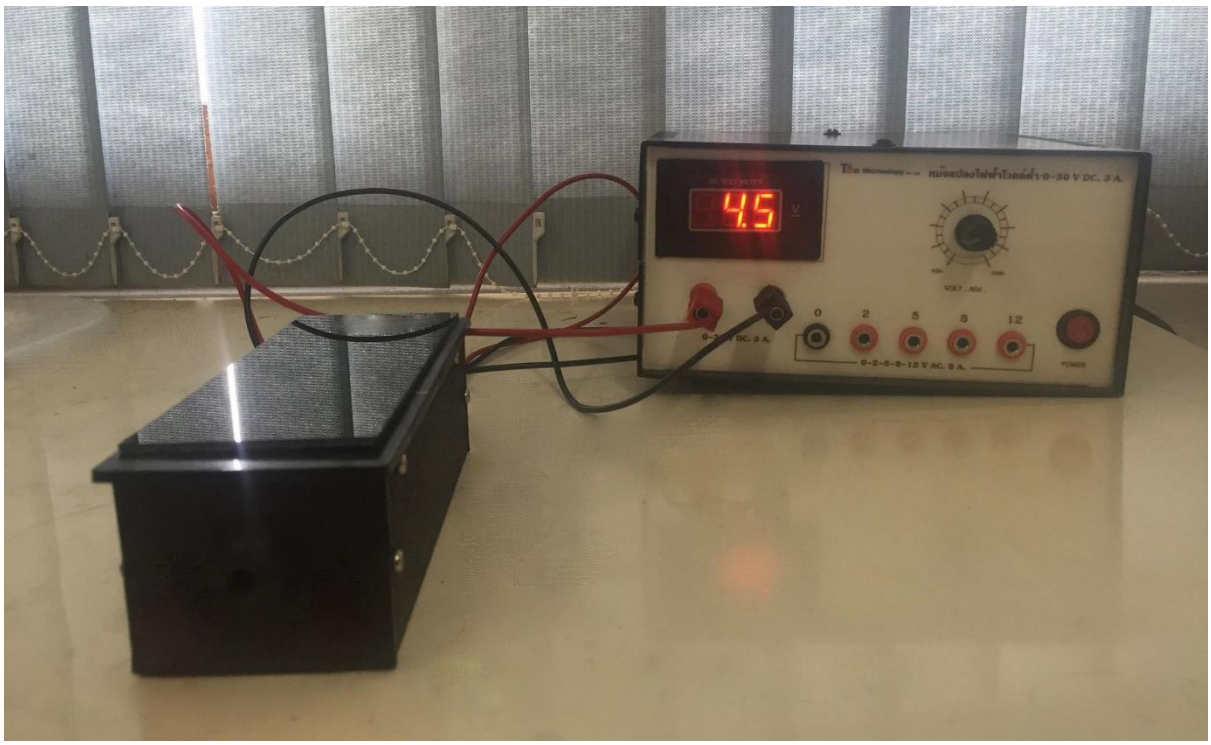
ตารางที่ 8 แสดงสีของอินดิเคเตอร์จากดอกกะหล่ำม่วงที่สกัดด้วยความเข้มข้นต่างๆเมื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำ

อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน ที่ความเข้มข้น 20 g : 90 mL			
ค่า pH	สี	ค่า pH	สี
0		8	
1		9	
2		10	
3		11	
4		12	
5		13	
6		14	
7			

ภาพประกอบ

ภาพที่ 3 อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน ซ้าย : อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 90 ml
กลาง : อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 70 ml ขวา : อัญชัน 20 g/น้ำกลั่น 50 ml
ภาพที่ 4 อินดิเคเตอร์จากกะหล่ำปลีม่วง ซ้าย : กะหล่ำปลีม่วง 20 g/น้ำกลั่น 50 ml

กลาง : กะหล่ำปลีม่วง 20 g/น้ำกลั่น 90 ml ขวา : กะหล่ำปลีม่วง 20 g/น้ำกลั่น 70 ml

ภาพที่ 5 น้ำจากบ่อกุ้งที่ปรับให้มีค่า pH 0-14

ภาพที่ 6 กล่องแสงและหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ