สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง

The Prototype for Checking Nitrite in The Pond

โดย

นายอิทธิพล พจนสัจ

นางสาวดวงใจ กิตติปรีชากุล

นายพลศาสตร์ เลิศประเสริฐ

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

นายสุรพล เศรษฐบุตร

RCH
TD
367
ด ๗๒๗๐
เลขหมู่.....
เล่ม/ฉบับ 75876
วัน,เดือน,ปี 12 พ.ย. 255

ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย ประจำปี 2548

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b 11835860
i

บทคัดย่อ

กุ้งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สามารถทำรายได้เข้าประเทศได้เป็นจำนวนมาก การพัฒนาระบบการเลี้ยงเพื่อให้ได้ผลผลิตและค่าตอบแทนที่มากขึ้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ หัวใจสำคัญของการเลี้ยงกุ้งก็คือ การจัดการทางด้านคุณภาพน้ำ ซึ่งประกอบด้วย การจัดการด้านกายภาพ เช่น อุณหภูมิ แสงแดด การจัดการด้านชีวภาพ เช่น การควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม และการจัดการด้านเคมี เช่น การควบคุมค่าอัลคาลินิตี้ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ให้เหมาะสมเป็นต้น

ไนไตรท์ เกิดจากการสะสมและเน่าสลายของสารอินทรีย์ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ การสะสมของไนไตรท์บริเวณพื้นบ่อและแพร่มาสู่น้ำจะมีผลต่อสัตว์น้ำ โดยไนไตรท์เป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์น้ำ ซึ่งไนไตรท์จะถูกดูดซึมเข้าสู่สัตว์น้ำทำให้เกิดการตาย

ทางคณะวิจัยจึงได้เสนอแนวคิดในการตรวจวัดระดับไนไตรท์ซึ่งเป็นปัญหาที่ค่อนข้างยากต่อการจัดการในระบบการเลี้ยงกุ้ง โดยออกแบบเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้งขึ้น ใช้หลักการโดยมี Sensor ไนไตรท์ เป็นตัวตรวจวัด ทำการทดสอบไนไตรท์ Standard Solution กับค่าการวัดของ Sensor ไนไตรท์ จากความสัมพันธ์นี้ทำให้ได้มาซึ่งการออกแบบเครื่องตรวจวัด โดยมีคุณลักษณะ คือ สะดวกและง่ายต่อการวัด แสดงผลด้วย LCD บันทึกข้อมูลการวัดเก็บลงในตัวเครื่อง พร้อมบันทึก วัน/เดือน/ปี และ เวลา นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายข้อมูลลงบนคอมพิวเตอร์ และสามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบของ EXCEL เพื่อนำข้อมูลมาใช้ทำกราฟหรือบันทึกเก็บเป็นฐานข้อมูลการวัดได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
สารบัญ.....ค
สารบัญตาราง.....ง
สารบัญภาพ.....จ
บทที่
1. บทนำ.....1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....2
ขอบเขตของการวิจัย.....2
ระเบียบวิธีวิจัย.....2
ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
2. ไนไตรท์และผลการทดสอบ.....5
Nitrite Standard Solution.....6
3. ระบบตรวจวัดระดับไนไตรท์.....9
วงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่น แอมปลิฟายเออร์.....9
วงจรแปลงอนาลอก-ดิจิตอลและไมโครคอนโทรลเลอร์.....11
วงจรแสดงผล LCD และคีย์ควบคุม.....12
วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์.....14
4. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ.....15
รายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องที่ออกแบบ.....15
ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำกับเครื่องตรวจตัวระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ.....16
สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ.....19
5. บรรณานุกรม.....20
6. ประวัติผู้วิจัย.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 Standard Solution (ppm) , A=stock solution (ml) , B= deionized water (ml) , ค่าการวัดไนไตรท์จากตัว sensor(mV)…….....7

4.1 ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำกับเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ……...……16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 Standard Solution (ppm) กับ sensor ไนไตรท์ (mV)……..…….8

3.1 วงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่น……..…..…..……11

3.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอก-ดิจิตอลและไมโครคอนโทรลเลอร์……..……..12

3.3 วงจรแสดงผล LCD ,Real time Clock และคีย์ควบคุม…….....13

3.4 วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และแหล่งจ่ายไฟ.....14

4.1 เครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ.....15

4.2 การตรวจสอบ Sensor ไนไตรท์ ก่อนการใช้งาน ณ บริษัท เมทเลอร์ ทอเลโด ประเทศไทย.....16

4.3 เตรียม Standard Solution จากภาพด้านซ้ายอุปกรณ์ที่ใช้ ,ชั่ง $NaNO_2$ และอบที่ 110^{o}C……..……16

4.4 จากภาพด้านซ้าย เจือจาง Stock Solution , Sensor ไนไตรท์ และการทดสอบไนไตรท์ Standard Solution (ppm) กับ sensor ไนไตรท์ (mV).....17

4.5 ทดสอบตัวอย่างน้ำกับเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ.....17

4.6 โปรแกรมเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้งบนคอมพิวเตอร์.....17

4.7 เก็บข้อมูลในรูปแบบของ EXCEL.....18

4.8 ข้อมูลที่วัดได้ RUN บน EXCEL.....18

4.9 ถ่ายข้อมูลจากเครื่องวัดลงบนคอมพิวเตอร์.....18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

กุ้งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สามารถทำรายได้เข้าประเทศได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่าการเลี้ยงกุ้งได้ขยายเพิ่มพื้นที่ขึ้นอย่างรวดเร็วในหลาย ๆ ท้องที่ของประเทศไทย และมีการพัฒนาระบบการเลี้ยงจากระบบพึ่งธรรมชาติเป็นระบบกึ่งพัฒนาจนถึงปัจจุบันการเลี้ยงส่วนใหญ่เป็นระบบพัฒนาที่มีการปล่อยกุ้งอย่างหนาแน่น เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและผลตอบแทนที่มากขึ้น ดังนั้นด้วยการเลี้ยงแบบระบบหนาแน่นนี้ทำให้การเลี้ยงกุ้งในปัจจุบันให้ประสบผลสำเร็จนั้น จะต้องมีการจัดการที่ดี ซึ่งหัวใจสำคัญก็คือ การจัดการทางด้านคุณภาพน้ำ เพราะกุ้งเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำตลอดช่วงชีวิต และอาศัยอยู่ที่บริเวณพื้นบ่อเป็นส่วนใหญ่

การจัดการคุณภาพน้ำประกอบด้วย การจัดการทั้งด้านกายภาพ เช่น อุณหภูมิ แสงแดด ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ยาก การจัดการด้านชีวภาพ เช่น การควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม และการจัดการด้านเคมี เช่น การควบคุมค่าอัลคาลินิตี้ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ให้เหมาะสมเป็นต้น

จากที่กล่าวมานั้น ปัจจัยหนึ่งที่มักพบว่ามีปัญหาต่อการจัดการค่อนข้างยาก ก็คือ ไนไตรท์ เพราะถ้าตรวจพบปริมาณไนไตรท์ในน้ำแล้ว แสดงว่า บ่อเลี้ยงเริ่มมีปัญหา คือ บริเวณพื้นบ่อมีการสะสมและเน่าสลายของสารอินทรีย์มาก ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงนั้นอาจเกิดจาก การตายของแพลงก์ตอนทั้งพืชและสัตว์ในบ่อเลี้ยง สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง อาหารที่กุ้งกินไม่หมด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ หรือ จากแหล่งน้ำที่นำมาเลี้ยงกุ้ง ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้ล้วนแล้วมีสารประกอบไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

การสะสมของไนไตรท์บริเวณพื้นบ่อและแพร่มาสู่น้ำจะมีผลต่อสัตว์น้ำ โดยไนไตรท์เป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์น้ำ ซึ่งไนไตรท์จะถูกดูดซึมเข้าสู่สัตว์น้ำทำให้เกิดการตาย

การวัดค่าคุณภาพน้ำก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในเรื่องของการจัดการ ซึ่งก็จะส่งผลต่อเนื่องในเรื่องการจัดการปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยง เช่นลดปริมาณการให้อาหาร

ปัจจุบันการวัดค่าไนไตรท์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งมีอยู่ 2 วิธี คือ การเก็บน้ำตัวอย่างไปตรวจตามสถานที่ให้บริการเช็คคุณภาพน้ำ ซึ่งวิธีนี้จะเป็นอุปสรรคกับเกษตรกรที่อยู่ห่างไกลและมักพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าเกษตรกรจะเก็บตัวอย่างน้ำไปเช็คก็ต่อเมื่อเกิดปัญหาขึ้นในบ่อเลี้ยง เช่น กุ้งที่เลี้ยงมีอาการเกาะตามขอบบ่อ อีกวิธีก็คือเกษตรกรจะทำการตรวจเช็คด้วยตนเองโดยใช้ชุดตรวจสอบที่มีชื่อเรียกสั้น ๆ ว่า Test kid ซึ่งมีอยู่หลายยี่ห้อและมีวางขายทั่วไปตามร้านขายเวชภัณฑ์ที่เกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้ง ชุดตรวจสอบ Test kid นี้มีลักษณะเป็นน้ำยาสารเคมีที่มีตัวอินดิเคเตอร์ทำให้เกิดสี โดยมีวิธีการใช้คือ ทำการเก็บน้ำตัวอย่างมาแล้วหยดสารเคมีที่ว่านี้ลงไป ตั้งทิ้งไว้สักครู่จะเกิดสีในน้ำตัวอย่าง จากนั้นนำไปอ่านผลโดยการเทียบสีกับแผ่นเทียบสีที่มีระดับความเข้มของสีแตกต่างกัน วิธีนี้จะมีข้อเสียคือ ถ้าหากเกษตรกรไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เช่น ล้างหลอดที่ใส่น้ำตัวอย่างไม่สะอาดพอก็ทำให้เมื่อหยดสารเคมีลงไปแล้วค่าที่ได้มักคลาดเคลื่อนได้ หรือ วิธีการหยดสารเคมีถ้าองศาในการหยดต่างกันก็จะทำให้ขนาดหยดที่ได้ต่างกันด้วย และความสามารถในการมองเห็นสีของคนเราแตกต่างกันจึงอาจทำให้การอ่านค่าผิดไปได้ นอกจากนี้ชุดทดสอบมีราคาแพง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง
- ช่วยตรวจวัดคุณภาพน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในการเลี้ยงกุ้ง ลดการตายของกุ้ง
- เพิ่มความสะดวกในการตรวจวัดที่ง่ายและรวดเร็ว

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาและออกแบบระบบการตรวจวัดระดับแก๊ซไนไตรท์ ผลที่ได้จากการตรวจวัดนี้จะทำการแสดงผลออกทาง Display

ระเบียบวิธีวิจัย

- โดยการศึกษาข้อมูลและทำการวัดผลตอบสนองต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์แก๊สไนไตรท์ เพื่อทำการออกแบบเครื่องตรวจฯ ให้เหมาะสมกับการทดลอง แล้วทำการจัดสร้าง
- พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- ทำการสอบเทียบค่าการตรวจวัดระดับไนไตรท์
- สรุปผลการทดลอง จัดทำรายงาน และตีพิมพ์ผลงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การจัดการคุณภาพน้ำ การจัดการด้านเคมี ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ให้เหมาะสม จากที่กล่าวมานั้น ปัจจัยหนึ่งที่มักพบว่ามีปัญหาต่อการจัดการค่อนข้างยาก ก็คือ ไนไตรท์ เพราะถ้าตรวจพบปริมาณไนไตรท์ในน้ำแล้ว แสดงว่า บ่อเลี้ยงเริ่มมีปัญหา คือ บริเวณพื้นบ่อมีการสะสมและเน่าสลายของสารอินทรีย์มาก ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงนั้นอาจเกิดจาก การตายของแพลงก์ตอนทั้งพืชและสัตว์ในบ่อเลี้ยง สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง อาหารที่กุ้งกินไม่หมด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ หรือ จากแหล่งน้ำที่นำมาเลี้ยงกุ้ง ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้ล้วนแล้วมีสารประกอบไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ สำหรับทางด้านการประมงนั้นไนโตรเจนสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ แอมโมเนีย (NH_3) , ไนไตรท์ (NO_2^-) ,และไนเตรท (NO_3^-)(ประเทือง, 2534)

แอมโมเนีย (NH_3) เกิดจากการย่อยสลายไนโตรเจนในสารอินทรีย์ซึ่งส่วนมากอยู่ใน amino group ในโปรตีน เมื่อโปรตีนถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายก็จะปล่อยแอมโมเนียออกมาในกระบวนการ Ammonification แอมโมเนียเมื่อถูกปล่อยออกมาสู่สภาพแวดล้อม จะปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุลกับแอมโมเนียมอิออน ดังสมการ

$$NH_3 + H^+ \rightleftharpoons NH_4^+$$

ในสภาพแวดล้อมโดยปกติทั่วไปจะพบ NH_4^+ มากกว่า NH_3 กระบวนการ Ammonification เป็นกระบวนการที่เกิดจากจุลินทรีย์พวก heterotroph ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน แอมโมเนียมอิออนอาจถูกใช้ไปโดยตรงโดยพันธุ์ไม้น้ำ หรือแพลงก์ตอนพืช หรือถูกเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์หรือไนเตรท ในกระบวนการ Nitrification ซึ่งกระบวนการจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ (ยนต์, 539)

1. การออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์

$$NH_4^+ + 1\,½\,O_2 \longrightarrow NO_2^- + 2H^- + H_2O$$

2. การออกซิไดซ์ไนไตรท์ให้เป็นไนเตรท

$$NO_2^- + ½\,O_2 \longrightarrow NO_3^-$$

การเปลี่ยนไนไตรท์ให้เป็นไนเตรทนั้นเกิดจากการทำงานของแบคทีเรียสกุล Nitrobacter ในสภาวะที่มีออกซิเจน ซึ่งไนเตรทเป็นธาตุอาหารไนโตรเจนรูปแบบหนึ่งที่พืชและแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้ ไนเตรทจึงมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำและระบบนิเวศน์ในน้ำในแง่ของการเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหารที่จะก่อให้เกิดผลผลิตขั้นต้นในบ่อหรือแหล่งน้ำ ทำให้เกิดแพลงก์ตอนพืชที่เป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร(ยนต์, 2539)

แต่ในทางกลับกันถ้ากระบวนการ Nitrification เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ อันเนื่องจากแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการออกซิไดซ์ไนไตรท์ให้เป็นไนเตรทมีปริมาณไม่เพียงพอกับปริมาณสารอินทรีย์พื้นบ่อ ประกอบกับสภาพพื้นบ่อขาดออกซิเจน ทำให้ไนเตรทถูกรีดิวซ์กลับให้เป็นไนไตรท์ ก็จะทำให้มีการสะสมของไนไตรท์บริเวณพื้นบ่อและแพร่มาสู่น้ำ ซึ่งไนไตรท์เป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์น้ำ ไนไตรท์จะถูกดูดซึมเข้าสู่สัตว์น้ำผ่านทางเหงือกของสัตว์น้ำโดย Lamellar chloride cell และจะถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว และจะไปทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบิน โดยไปออกซิไดซ์เหล็ก ทำให้กลายเป็นเมทฮีโมโกลบิน (Methemoglobin) ซึ่งไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนได้ ทำให้เกิดการตายเนื่องจากการขาดออกซิเจน และคาดว่าขบวนการเช่นเดียวกันนี้อาจเกิดกับฮีโมไซยานินของพวกกุ้ง (ชลอ, 2543 ; ยนต์, 2539)

ค่า 96-hr LC50 ของไนไตรท์สำหรับกุ้งกุลาดำ อยู่ที่ระดับ 45 มิลลิกรัม/ลิตร และระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของไนไตรท์ต่อกุ้งกุลาดำ อยู่ที่ระดับ 4.5 มิลลิกรัม/ลิตร(ยนต์, 2539)

ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งในปัจจุบันนอกจากพ่อแม่พันธุ์และลูกกุ้งที่มีคุณภาพแล้ว การจัดการระหว่างการเลี้ยงก็เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การเลี้ยงกุ้งประสบผลสำเร็จ ซึ่งการวัดค่าคุณภาพน้ำก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในเรื่องของการจัดการ เช่น การวัดค่าไนไตรท์ ก็จะสามารถบอกถึงค่าแอมโมเนียได้ โดยถ้าค่าไนไตรท์สูงค่าแอมโมเนียก็จะสูงด้วย นอกจากนี้ค่าไนไตรท์ที่ได้ยังสามารถใช้เป็นตัวดัชนีบ่งบอกสภาพของพื้นบ่อเลี้ยงซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของกุ้งได้ ว่ามีการสะสมและการเน่าสลายของสารอินทรีย์อยู่มาก ซึ่งก็จะส่งผลต่อเนื่องในเรื่องการจัดการปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยง เช่นลดปริมาณการให้อาหารเป็นต้น และค่าไนไตรท์ยังสามารถบ่งบอกถึงปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงว่ามีไม่เพียงพอต่อการย่อยสลายหรือการใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยงกุ้ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง
- เพิ่มมาตรฐานและประสิทธิภาพในการเลี้ยงกุ้ง
- ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในการพัฒนาทางด้านการเกษตรและประมงของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ไนไตรท์และผลการทดสอบ

ประเทศไทยนับตั้งแต่ปี 2534 เป็นต้นมาเป็นผู้นำด้านการผลิตกุ้งทะเลแช่แข็ง โดยมีปริมาณประมาณ 230,000 เมตริกตันต่อปี การเลี้ยงกุ้งโดยการใช้ความรู้วิชาการหลายด้านทำให้ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง ในด้านของหลักวิชาการประเด็นที่สำคัญในการเลี้ยงกุ้งพอจะสรุปได้ดังนี้

- การลดต้นทุนในการผลิต
- ระบบการเลี้ยงไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- คุณภาพดีปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ขนาดบ่อในการเลี้ยงกุ้งโดยทั่วไปมีขนาดไม่เกิน 5 ไร่ ระดับความลึกไม่เกิน 1.5 ม. ขึ้นกับชนิดและจำนวนของเครื่องให้อากาศ สำหรับแนวทางในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่สำคัญมีดังนี้

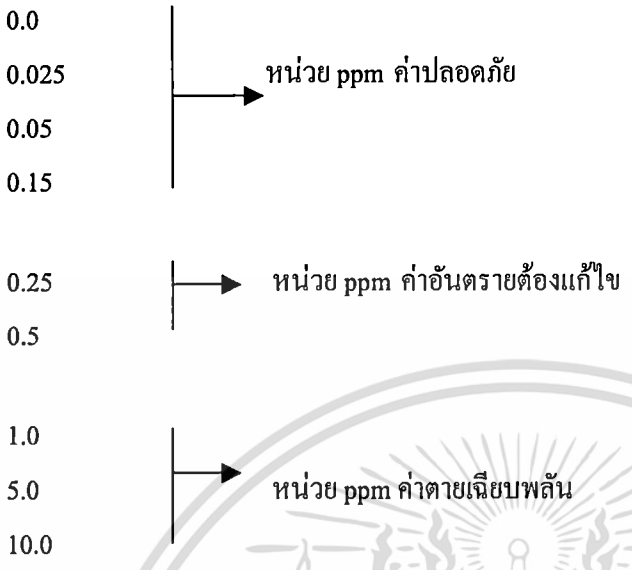
- ลูกกุ้งที่มีคุณภาพดี
- เตรียมอาหารธรรมชาติก่อนปล่อยลูกกุ้ง
- ใช้อาหารที่มีคุณภาพดี
- มีการจัดการที่เหมาะสม หมายถึงการจัดการด้านคุณภาพน้ำ แพลงก์ตอน การให้ออกซิเจน และการจัดการพื้นบ่อ การควบคุมการใช้ยาและเคมีภัณฑ์อย่างเหมาะสม การควบคุม พีเอชและอัลคาไลน์

ปัญหาที่สำคัญในการเลี้ยงกุ้งคือ การจัดการคุณภาพน้ำ ซึ่งมีดังนี้

1. ความเค็ม ที่เหมาะสมคือ 15-20 พีพีที ให้การเจริญเติบโตดีที่สุด
2. พีเอช ที่เหมาะสมคือ 7.5-8.5
3. อัลคาไลน์ ที่เหมาะสมคือ 80-150 พีพีเอ็ม
4. ออกซิเจน ถ้าออกซิเจนต่ำกว่า 3.0 พีพีเอ็ม กุ้งจะไม่แข็งแรง
5. ไฮโดรเจนซัลไฟด์
6. แอมโมเนียและไนไตรท์ ซึ่งเป็นของเสียตามที่กล่าวแล้วในบทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลของการวัดค่าไนไตรท์ของบ่อเลี้ยงกุ้ง ดังแสดง



ซึ่งจากข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือเพื่อทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำของไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง

Nitrite Standard Solution

ในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องเตรียม Standard Solution เพื่อใช้เป็นมาตรฐานของเครื่องมือวัด โดยใช้การเตรียมโดยวิธี Grasshoff 1976 (โดยวิธีการเตรียมจะขอกล่าวโดยสังเขป)

- ชั่ง $NaNo_2$ 4.93g อบที่ 110 $^{\circ}C$ เป็นเวลา 1 ชม. ละลายน้ำและปรับปริมาตรให้ได้ 1000 ml
- นำสารละลายข้างต้น 10 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ได้สารละลายมาตรฐาน 100 mg/l
- นำสารละลายมาตรฐาน 100 mg/l ข้างต้น 10 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml จะได้สารละลายมาตรฐาน 10 mg/l (10.0 ppm.)

เนื่องจากค่าไนไตรท์ของบ่อเลี้ยงกุ้งอยู่ในช่วง 0.1 ppm — 10.0 ppm. แต่ในที่นี้ค่าสูงสุดที่ 5.0 ppm. ก็เพียงพอต่อการวัดแล้ว จึงเจือจาง Stock Solution 10.0 ppm. ของสารละลายที่เตรียมไว้ข้างบน ตามตารางที่ 2.1และ ทำการวัดด้วย sensor ไนไตรท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ppm	A	B	mV
0.1	0.5	49.5	-0.14
0.2	1.0	49.0	-0.10
0.3	1.5	48.5	-0.07
0.4	2.0	48.0	-0.04
0.5	2.5	47.5	0.01
0.6	3.0	47.0	0.05
0.7	3.5	46.5	0.09
0.8	4.0	46.0	0.12
0.9	4.5	45.5	0.16
1.0	5.0	45.0	0.18

ppm	A	B	mV
1.1	5.5	44.5	0.19
1.2	6.0	44.0	0.20
1.3	6.5	43.5	0.21
1.4	7.0	43.0	0.22
1.5	7.5	42.5	0.23
1.6	8.0	42.0	0.24
1.7	8.5	41.5	0.25
1.8	9.0	41.0	0.26
1.9	9.5	40.5	0.27
2.0	10.0	40.0	0.28

ppm	A	B	mV
2.1	10.5	39.5	0.29
2.2	11.0	39.0	0.30
2.3	11.5	38.5	0.31
2.4	12.0	38.0	0.32
2.5	12.5	37.5	0.33
2.6	13.0	37.0	0.34
2.7	13.5	36.5	0.35
2.8	14.0	36.0	0.36
2.9	14.5	35.5	0.37
3.0	15.0	35.0	0.38

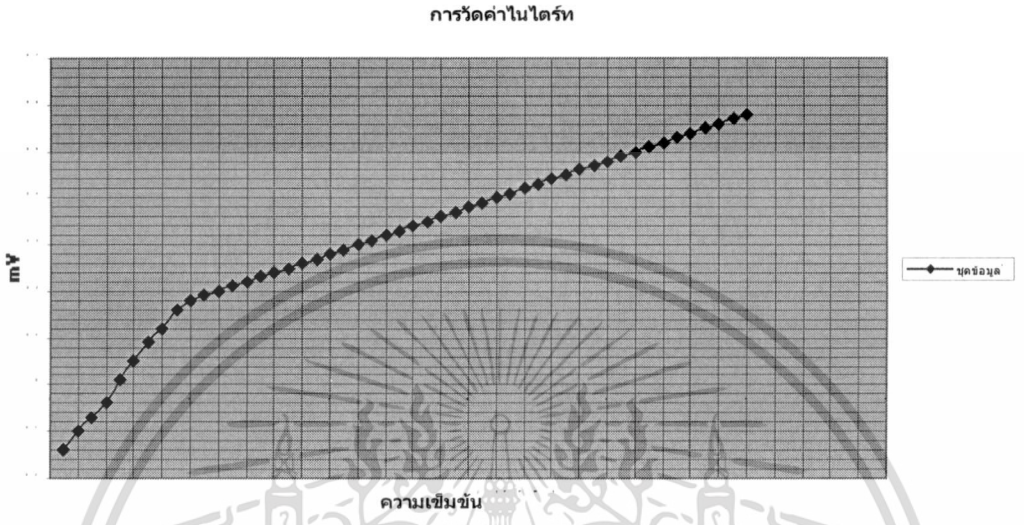
ppm	A	B	mV
3.1	15.5	34.5	0.39
3.2	16.0	34.0	0.40
3.3	16.5	33.5	0.41
3.4	17.0	33.0	0.42
3.5	17.5	32.5	0.43
3.6	18.0	32.0	0.44
3.7	18.5	31.5	0.45
3.8	19.0	31.0	0.46
3.9	19.5	30.5	0.47
4.0	20.0	30.0	0.48

ppm	A	B	mV
4.1	20.5	29.5	0.49
4.2	21.0	29.0	0.50
4.3	21.5	28.5	0.51
4.4	22.0	28.0	0.52
4.5	22.5	27.5	0.53
4.6	23.0	27.0	0.54
4.7	23.5	26.5	0.55
4.8	24.0	26.0	0.56
4.9	24.5	25.5	0.57
5.0	25.0	25.0	0.58

ตารางที่ 2.1 Standard Solution (ppm) , A=stock solution (ml) , B= deionized water (ml) , ค่าการวัดไนไตรท์จากตัว sensor (mV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

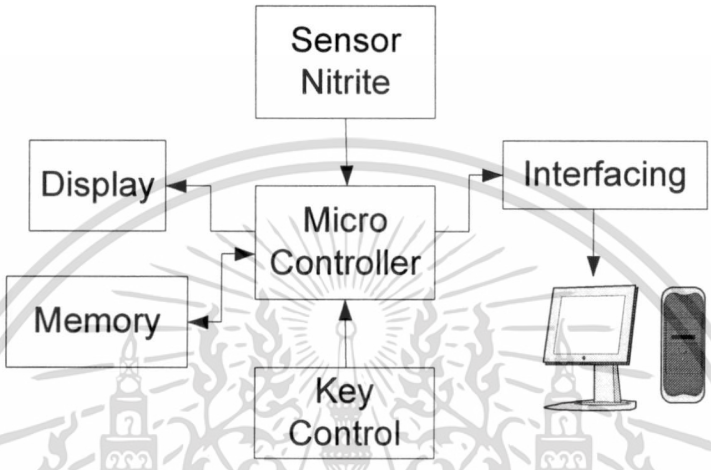
ผลของการทดสอบไนไตรท์ Standard Solution (ppm) กับ sensor ไนไตรท์ (mV) ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 Standard Solution (ppm) กับ sensor ไนไตรท์ (mV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระบบตรวจวัดระดับไนไตรท์
(Nitrite Measurement System)



ระบบการตรวจวัดระดับไนไตรท์ จาก block diagram ประกอบด้วย Sensor Nitrite ตรวจจับสัญญาณ Key control ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง ข้อมูลที่ได้นำมาเก็บไว้ใน Memory และผลที่ได้จากการตรวจวัดนี้จะนำมาแสดงผลออกทาง Display LCD โดยทั้งหมดทำการควบคุมจาก Microcontroller นอกจากนี้สามารถนำข้อมูลที่บันทึกแล้วในเครื่องนำมาถ่ายข้อมูลลงบน PC Computer ได้อีกด้วยเพื่อประโยชน์ในการเก็บเป็นฐานข้อมูล โดยรายละเอียดในส่วนต่างๆ ดังแสดงในแต่ละหัวข้อ

วงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่น แอมปลิฟายเออร์ (Instrumentation Amplifier)

วงจรขยายความแตกต่างมีคุณสมบัติขยายสัญญาณอินพุทที่มีเฟสตรงกันข้ามแต่จะบั่นทอนสัญญาณที่มีเฟสเหมือนกัน และเอาท์พุทที่ได้จะมีเฟสตรงข้าม วงจรขยายความแตกต่างที่ดีควรมีค่า CMRR สูงซึ่งจะมีความสามารถในการกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดี วงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่น แอมปลิฟายเออร์ วงจรภาคแรกที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้ามีขนาดเป็นมิลลิโวลต์ สัญญาณจะถูกนำมาขยายโดยวงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่น แอมปลิฟายเออร์ วงจรขยายที่นำมาใช้จะต้องมีคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อินพุทอิมพีแดนซ์สูง เพื่อป้องกันการเสียสมดุลของวงจร และการบั่นทอนสัญญาณที่ป้อนเข้าสู่อินพุท การเสียสมดุลของวงจรจะมีผลต่อวงจรขยายคือ สัญญาณรบกวนที่เข้ามาในลักษณะสัญญาณคอมมอนโหมด(Common mode signal) ไม่สามารถกำจัดออกไปได้ และยังทำให้เกิดศักดาไฟฟ้าออฟเซ็ท ซึ่งจะถูกขยายให้มีมากขึ้นที่เอาท์พุททำให้วงจรขยายอิ่มตัวที่ศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทค้างอยู่ที่ค่าเกือบเท่ากับศักดาไฟฟ้าของแหล่งจ่ายด้านใดด้านหนึ่งทำให้วงจรไม่สามารถทำงานได้

- ค่า CMRR (Common Mode Rejection Ratio) สูง ค่า CMRR เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของวงจรขยายความแตกต่างที่สามารถกำจัดสัญญาณรบกวน คุณสมบัตินี้ คือค่าอัตราขยายดิฟเฟอเรนเชียลโหมดสูง และมีค่าอัตราการขยายคอมมอนโหมดต่ำ ซึ่งควรจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 60 dB สำหรับวงจรขยาย สัญญาณไฟฟ้า

$$\mathbf{CMRR} = \mathbf{20log}\frac{\text{ค่าอัตราขยายดิฟเฟอร์เร็นเชียลโหมด}}{\text{ค่าอัตราขยายคอมมอนโหมด}}$$

จากภาพที่ 3.1 แสดงวงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่น 1A และ 2A จะเป็นตัวขยายบัฟเฟอร์ซึ่งมีค่าอินพุทอิมพีแดนซ์สูงมาก ส่วน A3 จะเป็นตัวขยายความแตกต่างระหว่าง A1 และ A2 การคำนวณมีสมการดังนี้ที่ Output1

$$Output1 = V_{in1}\left(1+\frac{R_b}{R_a}\right) - V_{in2}\frac{R_b}{R_a}$$

$$Output2 = V_{in2}\left(1+\frac{R_c}{R_a}\right) - V_{in1}\frac{R_c}{R_a}$$

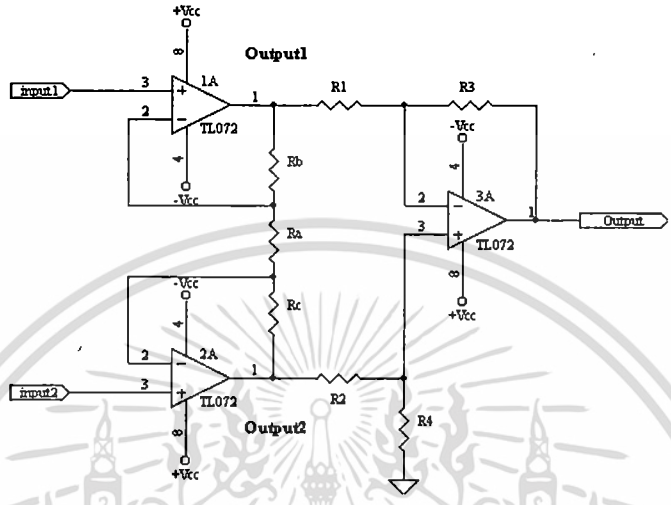
ออปแอมป์ 3A เป็นตัวขยายความแตกต่างระหว่าง 1A และ 2A โดยทั่วไปตัวต้านทานในวงจรอินสทรูเมนเตชั่นแอมปลิฟายเออร์จะมีค่าเท่ากัน กำหนดให้ $R_1R_4 = R_2R_3$

$$Output = \frac{(R_1+R_3)R_4V_{Out2}}{(R_1+R_4)R_1} - \frac{R_3V_{Out2}}{R_1}$$

$$Output = \frac{(V_{in2}-V_{in1})(R_a+R_b+R_c)R_3}{R_1R_a}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A_V = \frac{(R_a + R_b + R_c)R_3}{R_1 R_a}$$



ภาพที่ 3.1 วงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่น

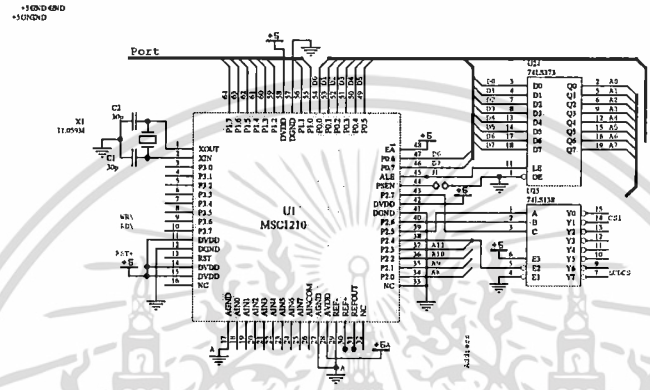
วงจรแปลงอนาลอก-ดิจิตอลและไมโครคอนโทรลเลอร์ (Analog-Digital with Microcontroller)

ในการแปลงสัญญาณอนาลอก-ดิจิตอลและไมโครคอนโทรลเลอร์เลือกใช้ IC MSC1210 Precition Analog – Digital Converter with 8051 Microcontroller and Flash Memory ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 24 bit Resolution
- Single Cycle Conversion
- 8051 Compatible
- Single instruction 121 ns
- 16 bit Timer/Counters
- Full-Duplex Dual USARTs
- Watchdog Timer
- memory up to 32kB
- Flash Memory
- Low power 4mW
- Power Supply 2.7-5.25V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาพที่ 3.2 วงจรทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากวงจรขยายความแตกต่างแบบอินสทรูเมนเตชั่นแล้วแปลงเป็นดิจิตอลทำการควบคุมการอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูล เพื่อเก็บค่าโดยไมโครคอน-โทรลเลอร์ MSC1210



ภาพที่ 3.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอก-ดิจิตอลและไมโครคอนโทรลเลอร์

วงจรแสดงผล LCD และคีย์ควบคุม (LCD Display and Key Control)

ในภาพที่ 3.3 วงจรในส่วนนี้ใช้ LCD 2 บรรทัด ในการแสดงผล (Port F0) สวิทซ์รีเซต S1 เพื่อรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ MSC1210 สวิทซ์ควบคุมประกอบด้วย

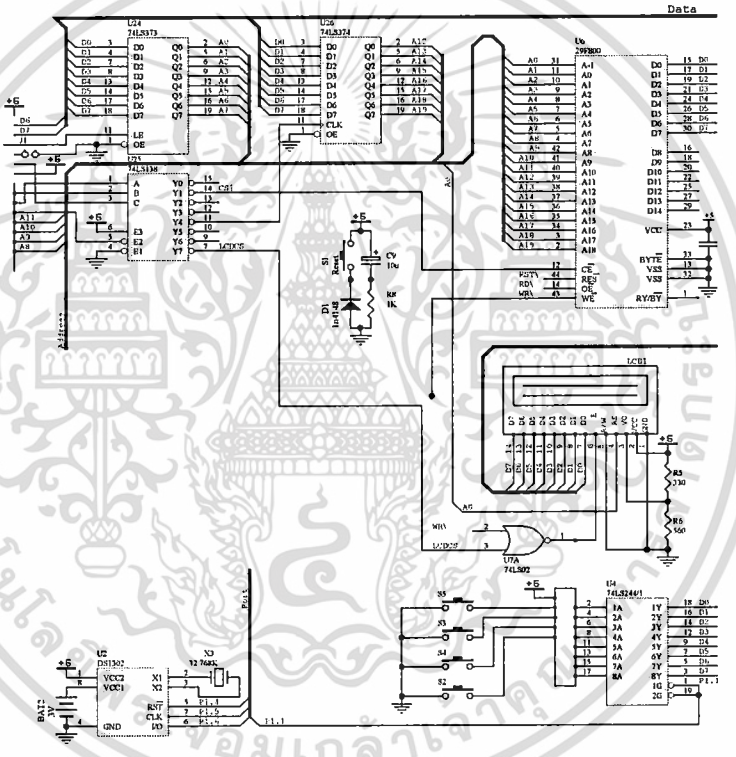
- ESC เพื่อยกเลิก Port 03
- UP เพื่อเลือกเมนูขึ้น Port 02
- DOWN เพื่อเลือกเมนูลง Port 00
- ENTER เพื่อตกลง Port 01

นอกจากนี้ในเครื่องสามารถบันทึกวัน-เวลาที่ทำการวัดได้โดยใช้ IC DS1302 Real time Clock ทั้งนี้เพื่อให้ทราบวันและเวลาในการบันทึกข้อมูลซึ่งตัวเครื่องสามารถนำมาถ่ายข้อมูลลงคอมพิวเตอร์จัดทำฐานข้อมูลหรือแสดงผลเป็นกราฟต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผล

- แสดงผล วัน/เดือน/ปี
- แสดง ชั่วโมง/นาที



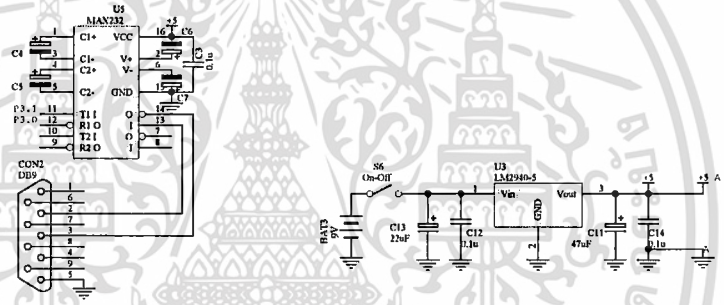
ภาพที่ 3.3 วงจรแสดงผล LCD ,Real time Clock และคีย์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ (Interfacing)

ในภาพที่ 3.4 เป็นส่วนการเชื่อมต่อแบบอนุกรมกับคอมพิวเตอร์โดยใช้ IC MAX 232 ส่ง-รับข้อมูลจากไมโครคอนโทรเลอร์ MSC1210 Port 3.0 และ Port 3.1 ผ่านเข้าคอมพิวเตอร์โดยคอนเนคเตอร์ DB9

ในส่วนของไฟเลี้ยงใช้แบตเตอร์รี่ 9 V เป็นแหล่งจ่ายไฟให้แก่วงจรทั้งหมดโดยใช้ IC LM2940 1A Dropout Regulator จ่ายแรงดันเอาท์พุทให้แก่วงจร



ภาพที่ 3.4 วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และแหล่งจ่ายไฟ

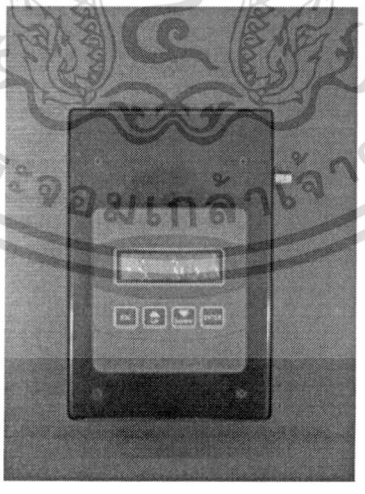
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบ sensor ไนไตรท์ในบทที่ 2 นำมาซึ่งการออกแบบระบบของเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ซึ่งรายละเอียดดังแสดงในบทที่ 3 ในบทนี้จะแสดงรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องที่ออกแบบขึ้นมา ผลการทดสอบกับตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งโดยใช้เครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่สร้างขึ้นมา รายละเอียดมีดังนี้

รายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องที่ออกแบบ

- เป็นเครื่องมือแบบ Hand held
- แสดงผลแบบ LCD 2 บรรทัด
- ความละเอียดในการวัด 0.01 ppm
- สามารถเก็บข้อมูลในตัวเครื่องได้จำนวนประมาณ 256 ข้อมูล (256 records)
  ชุดข้อมูลประกอบด้วย
  1. ค่าการวัด ppm
  2. วัน/เดือน/ปี และ เวลา
- สามารถเชื่อมต่อกับ PC (compatible PC port) ในการ load ข้อมูลเก็บทั้งเข้าและออก
- มี battery back up ข้อมูล
- แหล่งจ่ายไฟแบบ Battery สามารถหาได้ทั่วไป



ภาพที่ 4.1 เครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำกับเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ

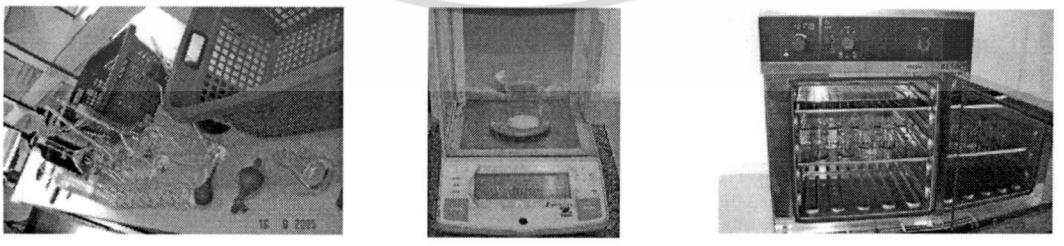
การทดสอบกับตัวอย่างน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งจำนวน 5 ตัวอย่าง ในเขต อ.ปะทิว จ.ชุมพร โดยทำการตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ ตัวอย่างน้ำแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ ตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ และอีกตัวอย่างส่งทดสอบโดยห้องปฏิบัติการตรวจสอบแลบกุลา อ.เมือง จ.ชุมพร ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.1

ตัวอย่างน้ำที่	ทดสอบด้วยเครื่องที่ออกแบบ(ppm)	ทดสอบด้วยแลบกุลา(ppm)	ค่าความคลาดเคลื่อน(%)
1	2.02	2.0	1.00
2	0.65	0.7	7.14
3	1.64	1.8	8.89
4	1.85	2.0	7.50
5	1.42	1.7	16.47

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำกับเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ

ภาพแสดงการเตรียม Standard Solution เครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ และการทดสอบตัวอย่างน้ำกับเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ

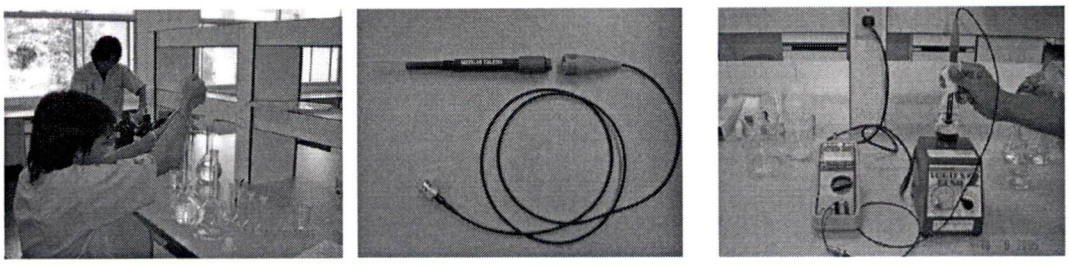
ภาพที่ 4.2 การตรวจสอบ Sensor ไนไตรท์ ก่อนการใช้งาน ณ บริษัท เมทเลอร์ ทอเลโด ประเทศไทย



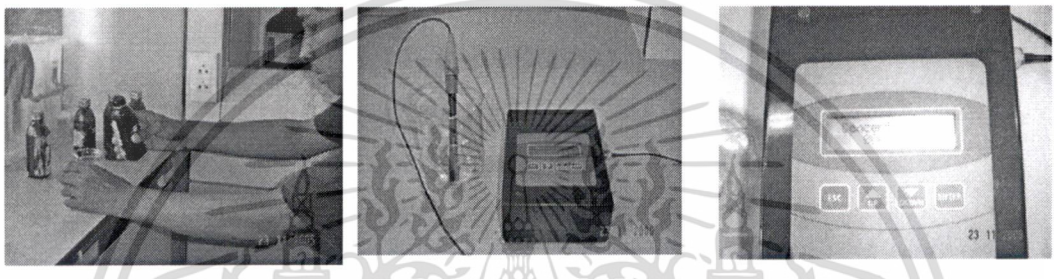
ภาพที่ 4.3 เตรียม Standard Solution จากภาพด้านซ้ายอุปกรณ์ที่ใช้ ,ชั่ง $NaNO_2$ และอบที่ 110^{o}C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

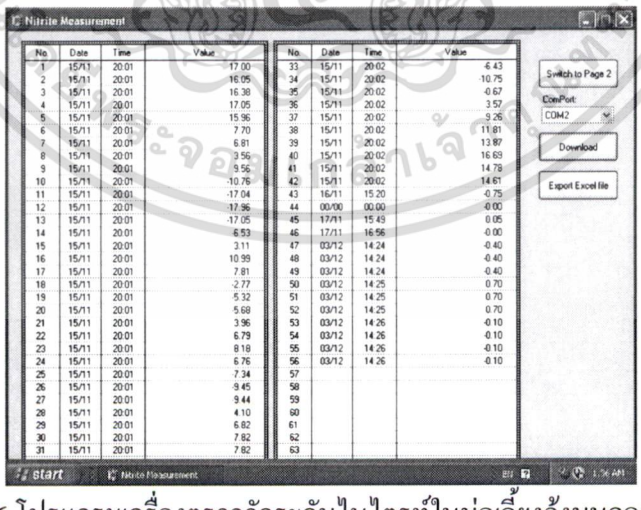


ภาพที่ 4.4 จากภาพด้านซ้าย เจือจาง Stock Solution , Sensor ไนไตรท์ และการทดสอบไนไตรท์ Standard Solution (ppm) กับ sensor ไนไตรท์ (mV)



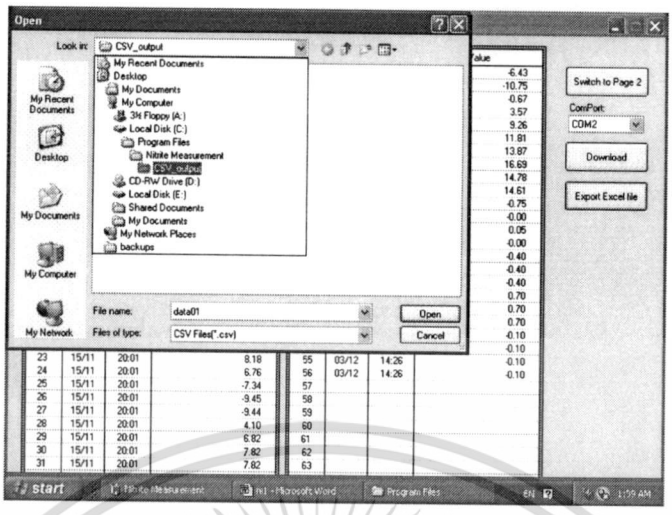
ภาพที่ 4.5 ทดสอบตัวอย่างน้ำกับเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบ

เครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้งนอกจากจะทำการวัดและอ่านค่าการวัดได้สะดวก ทำการบันทึกข้อมูลการวัดเก็บลงในตัวเครื่อง พร้อมบันทึก วัน/เดือน/ปี และ เวลา แล้ว ยังสามารถถ่ายข้อมูลลงบนคอมพิวเตอร์ ตัวโปรแกรมสามารถ เก็บข้อมูลในรูปแบบของ EXCEL เพื่อนำข้อมูลมาใช้ทำกราฟหรือบันทึกเก็บเป็นฐานข้อมูลการวัดได้อีกด้วย ดังภาพที่ 4.6-4.9

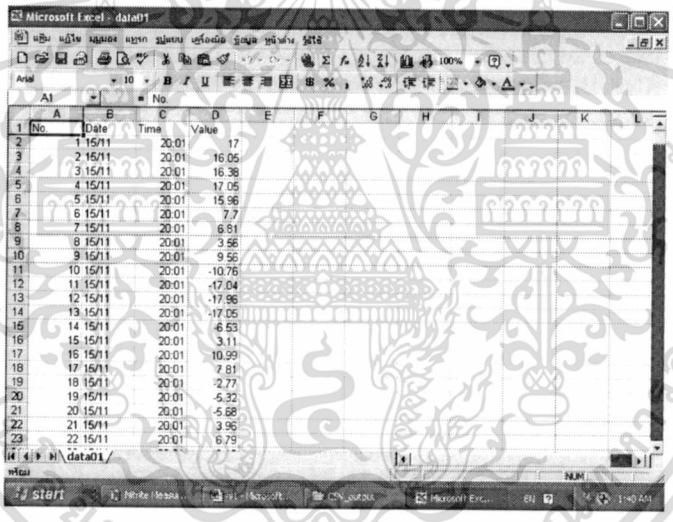


ภาพที่ 4.6 โปรแกรมเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้งบนคอมพิวเตอร์

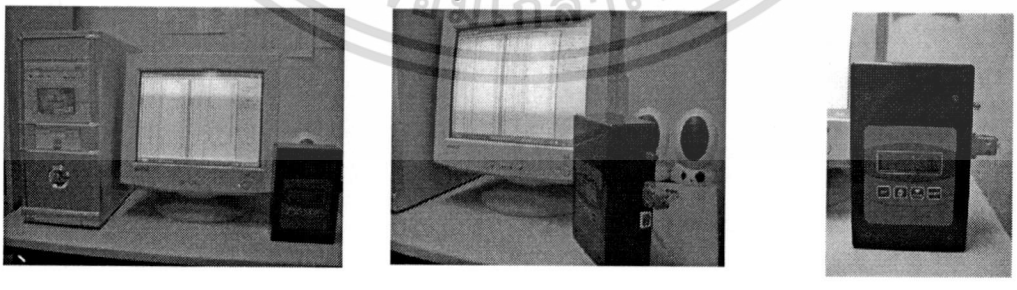
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
75876



ภาพที่ 4.7 เก็บข้อมูลในรูปแบบของ EXCEL



ภาพที่ 4.8 ข้อมูลที่วัดได้ RUN บน EXCEL



ภาพที่ 4.9 ถ่ายข้อมูลจากเครื่องวัดลงบนคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกับเครื่องตรวจวัดระดับไนไตรท์ที่ออกแบบแสดงดังตารางที่ 4.1 ผลของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าค่อนข้างสูงโดยเฉลี่ย

ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าสูง อันเนื่องมาจากสมมุติฐานดังนี้

- การเตรียม Standard Solution อาจมีความคลาดเคลื่อนในการเตรียมสาร
- การวัดค่าการทดสอบไนไตรท์ Standard Solution (ppm) กับ sensor ไนไตรท์ (mV) อาจมีความคลาดเคลื่อน

สำหรับแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ซึ่งอาศัยแนวทางจากสมมุติฐานข้างบน คือ มีมาตรฐานในการเตรียม Standard Solution และ มีการวัดค่าการทดสอบไนไตรท์ Standard Solution (ppm) กับ sensor ไนไตรท์ (mV) ที่แน่นอน นอกจากนี้ ตัว sensor ไนไตรท์ อาจเป็นชนิดอื่นที่มีความแน่นอนในการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ยนต์ มุสิก. 2539. คุณภาพน้ำกับกำลังผลิตของบ่อปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.180 น.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. แผนกประมง คณะวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง. 86 น.

ชะลอ ลิ้มสุวรรณ. 2543. กุ้งไทย 2000 สู่ความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. เจริญรัฐการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 260 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นายอิทธิพล พจนสัจ

สถานที่ทำงาน สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

โทรศัพท์ (077)506-422

ประวัติการศึกษา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.ม.ไฟฟ้า)
จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2541
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ (วท.บ.ฟิสิกส์)
จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน พ.ศ.2534

ประวัติการทำงาน

- อาจารย์พิเศษ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2534-2538
- อาจารย์พิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร พ.ศ. 2539
- หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา พ.ศ. 2541-2544
- ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับ

1. **อิทธิพล พจนสัจ** ประภากร สุวรรณะ และมนัส สังวรศิลป์ ,"เครื่องตรวจสอบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า" , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , 7-8 พฤศจิกายน 2534 , หน้า 2-119 ถึง 2-112.
2. **อิทธิพล พจนสัจ** และประภากร สุวรรณะ , "เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิกเลือกช่องความถี่ที่ว่าง" , วารสารวิจัยและพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2539 , หน้า 29-42.
3. **อิทธิพล พจนสัจ** และประภากร สุวรรณะ , "เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิกเลือกช่องความถี่ที่ว่าง" , การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน , 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 ,หน้า 354-361.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **อิทธิพล พจนสัจ** อภินัย ฤกษ์รัตน์ กิติพล ชิตสกุล และมนัส สังวรศิลป์, "การศึกษาถึงการสร้างภาพตัดขวางของวัสดุการเกษตรด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้า", การประชุมวิชาการครั้งที่ 5 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,26-27 เมษายน 2547,หน้า 295-300.
5. **อิทธิพล พจนสัจ** พิมล ผลพฤกษา อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ กิติพล ชิตสกุลและสุรพล เศรษฐบุตร,"การศึกษาผลของการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่มีต่อความชื้นของลำไยอบแห้ง",การประชุมวิชาการครั้งที่ 6,สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 30-31 มีนาคม 2548 ,หน้า 656-662.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้