

เครื่องตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของธาตุอาหารในสารละลายสำหรับการปลูกผักคะน้าแบบไฮโดรพอนิกส์

Electric Conductivity Measure Equipment in Nutrient Solution for Grow Kale with Hydroponics Technique

สาธิต คำประเสริฐ, ธนภัทร เปรมทองสุข, ชวิษฐ์ ทองเหลี่ยม และ หฤทัย คีนสกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
85 ถนนมาลัยแมน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ : 034-109-300 ต่อ 3012,
E-mail: thawatchait@npru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอเครื่องตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของธาตุอาหารในสารละลายสำหรับการปลูกผักคะน้าแบบไฮโดรพอนิกส์ ระบบการตรวจวัดค่า EC ได้ใช้วิธีการดูดน้ำขึ้นมาไว้ในกระบอกแล้วใช้โพรบ EC วัดค่า EC ในสารละลาย สัญญาณที่ได้จากการวัดจะถูกปรับแต่งสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เพื่อทำการประมวลผลแล้วแสดงผลผ่านจอ LCD งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบให้เครื่องตรวจวัดมีการแจ้งเตือน 3 สถานะ ดังนี้ 1. สีเขียว สถานะ ปกติ 2. สีเหลือง สถานะผิดปกติ และ 3. สีแดง สถานะ อันตราย เครื่องตรวจวัดค่า EC ถูกปรับแต่งค่าความถูกต้องด้วยการวัดเทียบกับเครื่องวัด EC ที่ได้มาตรฐาน ผลการทดลองวัดค่า EC มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 100% เครื่องวัดค่า EC สามารถแสดงสถานะของสารละลายได้อย่างถูกต้อง

Abstract

This paper presented the electric conductivity (EC) measure equipment in nutrient solution for Grow Kale with Hydroponics Technique. The EC measure system is using pump the solution in to cylinder, after that, the solution measured by the EC probe. The signal of EC probe is tuned appropriate signal. The microcontroller AVR is used processing the EC signal, this signal show on LCD display. This paper designed alarm of the EC measure equipment 3 states, which included 1) the status normal, 2) the status warning and 3) the status alarm. The EC measuring equipment is calibrated in order to accuracy with comparison to standard EC meter. The experimental result of EC value show percent accuracy is 100 %. The EC Measuring Equipment can be show EC status with accuracy.

Keywords: Hydroponics, Kale, Electric Conductivity; EC, EC Measuring Equipment

1. บทนำ

ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity; EC) หมายถึง ค่าการนำไฟฟ้าของเกลือ (ในไฮโดรพอนิกส์จะหมายถึงเกลือของธาตุอาหาร) ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยปกติแล้วน้ำบริสุทธิ์จะมีค่าการนำไฟฟ้าเป็นศูนย์ แต่เมื่อนำธาตุอาหารละลายในน้ำ เกลือของธาตุอาหารเหล่านี้จะแตกตัวเป็นประจุบวก และประจุลบ ซึ่งจะเป็นตัวนำไฟฟ้าทำให้มีค่าการนำไฟฟ้า

ซึ่งค่านำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วน โดยตรงกับปริมาณเกลือของธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ [1, 2]

ไฮโดรพอนิกส์ (Hydroponics) [3] คือ การปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูกแต่ใช้วัสดุอื่น ๆ ปลูกแทนกล่าวคือ จะทำการปลูกพืชลงในสารละลายธาตุอาหารพืช (Water culture) โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรง ประเทศไทยมีการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์มาไม่นานและยังไม่แพร่หลายมากนัก จากสภาพปัจจุบันสามารถกล่าวได้ว่าเป็นการผลิตพืชเชิงการค้า โดยการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ในประเทศไทยยังมีข้อจำกัดเนื่องจากปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ รวมทั้งขาดข้อมูลทั้งด้านการผลิต การตลาด และการส่งเสริมการผลิต ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับผลผลิตที่ออกมา เช่น เหี่ยวเฉา, ขอบใบเหลืองไหม้, มีไนเตรตสูงเกินค่ามาตรฐาน เป็นต้น ด้วยสาเหตุนี้ส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ให้มีคุณภาพ และได้ปริมาณตามที่ตลาดทั้งไทย และต่างประเทศต้องการได้

คณะผู้วิจัยได้พูดคุยกับเกษตรกรที่ปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ นายพิรพล สิริราพรชน บ้านเลขที่ 98 หมู่ 8 ต.วังตะกู อ.เมือง จ.นครปฐม ซึ่งเป็นเกษตรกรที่ทำการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ส่งออกต่างประเทศ โดยปลูกคะน้า กับกางคองสูงเตี้ยเป็นหลัก ปัจจุบันมีแปลงปลูกทั้งหมด 8 ไร่เรือนซึ่งประสบปัญหาผักเหี่ยวเฉา และขอบใบเหลืองไหม้ สาเหตุของปัญหาดังกล่าวเป็นผลมาจาก 2 สาเหตุหลัก ๆ ได้แก่ 1. เกิดจากอุณหภูมิสูงส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO) ต่ำ => ค่า EC สูง (ความเข้มข้นสารละลายปุ๋ยมาก), pH สูง (เป็นด่าง) => พืชคายน้ำมาก ต้องการน้ำมาชดเชยน้ำที่สูญเสียไป => รากพืชดูดซึมอาหารได้ไม่ดี (ปุ๋ยตกตะกอน) => พืชเหี่ยว, ขอบใบพืชเหลือง, ไหม้เป็นสีดำหรือน้ำตาล (Tip burn) และ 2. เกิดจากความไม่สมดุลของค่า EC ที่ใช้ปลูกคะน้า งานวิจัย [4] ทำการศึกษาหาค่า EC ที่ใช้ในการปลูกคะน้า กะหล่ำปลี และถั่วเหลือง เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของค่า EC ในการปลูก ซึ่งผลการศึกษายพบว่า การปลูกผักคะน้าจะต้องใช้ปริมาณ EC ในปุ๋ยมากกว่าพืชอีก 2 ชนิด

จากปัญหาที่ได้กล่าวมา งานวิจัยนี้เสนอเครื่องตรวจวัดค่า EC ในสารละลายสำหรับการปลูกผักไฮโดรพอนิกส์ เพื่อนำไปใช้กับฟาร์มปลูกผักคะน้าด้วยวิธีการปลูกผักแบบไฮโดรพอนิกส์ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมปริมาณค่า EC ได้อย่างเหมาะสมและทำให้ผลผลิตมีคุณภาพมากขึ้น

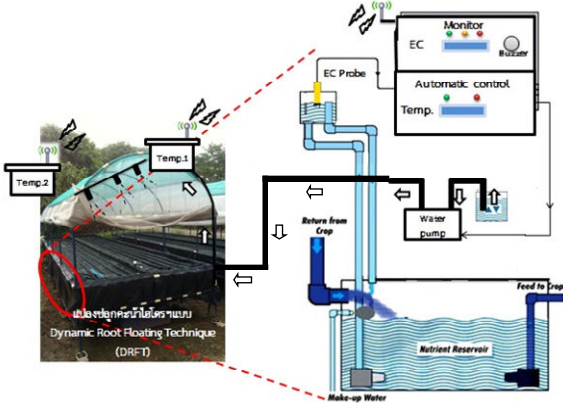
บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7

7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand

2. ระบบตรวจวัดค่า EC

รูปที่ 1(ก) แสดงระบบการตรวจวัดค่า EC ของธาตุอาหารในสารละลาย และควบคุมอุณหภูมิสำหรับการปลูกผักน้ำด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์ ประกอบด้วย 1. ระบบระบบตรวจวัดและแสดงผล 2. โพรบ EC 3. บั๊มดูดน้ำใสในถังน้ำ

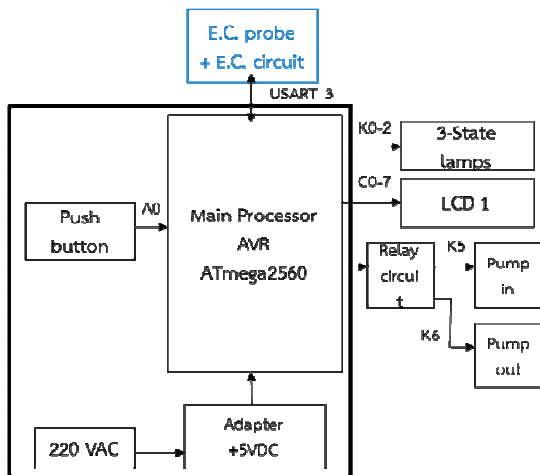


รูปที่ 1. ระบบการตรวจวัดค่า EC และอุณหภูมิสำหรับการปลูกกะน้ำด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์

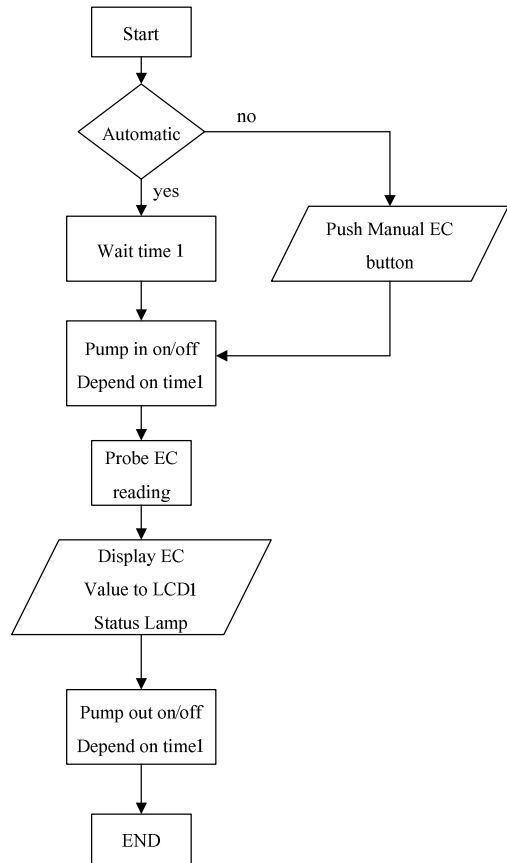
3. ระบบประมวลผลและวิธีการตรวจวัดค่า EC

3.1 ระบบประมวลผลค่า EC

รูปที่ 2 แสดงระบบประมวลผลการตรวจวัดค่า EC และอุณหภูมิ ประกอบด้วย 1. ส่วนประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ทำหน้าที่ประมวลค่า EC ที่ได้รับ 2. โพรบวัดค่า EC ทำหน้าที่วัดค่า EC ของธาตุอาหารในสารละลาย 3. วงจรขยายและปรับแต่งค่า ทำหน้าที่ขยายสัญญาณและปรับแต่งค่าที่เหมาะสมเพื่อป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 4. SD card ทำหน้าที่เก็บข้อมูลค่า EC เพื่อนำค่าที่ได้ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตไปปรับการเติมธาตุอาหารในน้ำ 5. จอ LCD ทำหน้าที่แสดงผลค่า EC ที่วัดได้ 5. ไฟแจ้งเตือน งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบให้เครื่องตรวจวัดมีการแจ้งเตือน 3 สถานะ ดังนี้ 1. สีเขียว สถานะ ปกติ 2. สีเหลือง สถานะผิดปกติ และ 3. สีแดง สถานะ อันตราย และ 6. ชุดปั้มน้ำเข้ากระบอกวัดและปั้มน้ำออกจากกระบอกวัดเมื่อวัดค่า EC เสร็จแล้ว



รูปที่ 2. ระบบประมวลผลการตรวจวัดค่า EC



รูปที่ 3. โฟลว์ชาร์ตการประมวลผลค่า EC

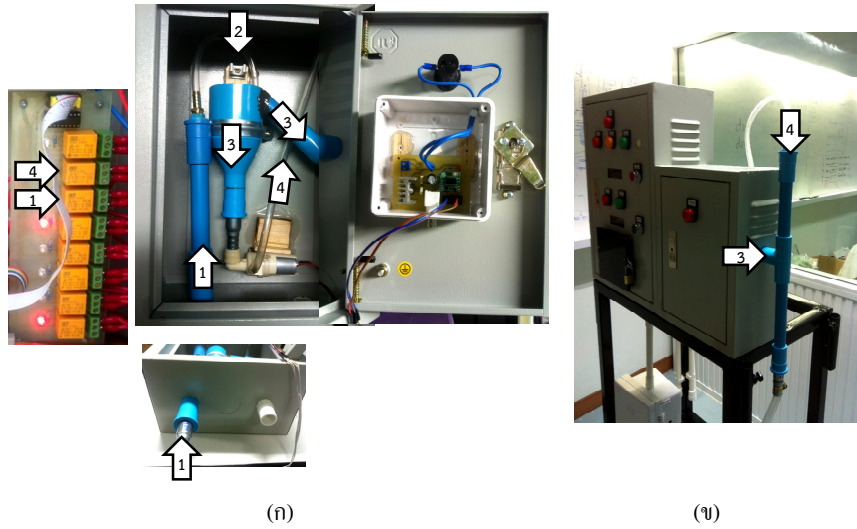
การทำงานของชุดตรวจวัดค่า EC จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบ Automatic กับ แบบ Manual รูปที่ 3. แสดงโฟลว์ชาร์ตการประมวลผลค่า EC ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการประมวลผลได้ดังนี้ เมื่อเครื่องเริ่มทำงาน เครื่องจะรอคำสั่งการทำงานแบบ Automatic หรือ Manual ถ้าต้องการให้ชุดตรวจวัดค่า EC ทำงานแบบ Automatic เราจะทำการตั้งค่าเวลา (Timer1) ให้กับระบบเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าต้องการให้ชุดตรวจวัดค่า EC ทำงานแบบ Manual เราจะทำการกดปุ่มหน้าผู้คอนโทรลที่ชื่อว่า “Manual EC” ชุดตรวจวัดค่า EC จะทำงานทันที ซึ่งเครื่องจะไม่รอให้ถึงเวลาที่ตั้งไว้เหมือนแบบ Automatic ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไปสั่งให้ปั้มน้ำปุ๋ยขึ้นมาเก็บไว้ในกระบอกกรวย ซึ่งจะใช้เวลา 5 วินาที เพื่อรอให้โพรบ EC ทำการวัดค่า EC ตามเวลาที่กำหนดไว้ 7 วินาที แล้วส่งค่า EC ที่อ่านได้ไปให้คอนโทรลเลอร์ประมวลผล และแสดงผลค่า EC ซึ่งมีหน่วยเป็น ms/cm พร้อมกับข้อความบอกสถานะของค่า EC ว่าอยู่ในสถานะ High/Low , Be careful , Normal แสดงที่จอ LCD และแจ้งเตือนผู้ช่วยด้วยไฟแสดงสถานะสีแดง , สีเหลือง , สีเขียว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ค่า EC ต่ำ ระบบจะทำการแสดงผลที่จอ LCD ข้อความว่า “Status : low”และแจ้งเตือนด้วยเสียงและไฟสีแดงกระพริบ
- ค่า EC เหมาะสม ระบบจะทำการแสดงผลที่จอ LCD ข้อความว่า “Status : normal” และแจ้งด้วยไฟสีเขียว
- ค่า EC สูง ระบบจะทำการแสดงผลที่จอ LCD ข้อความว่า “Status : high” และแจ้งเตือนด้วยเสียงและไฟสีแดงกระพริบ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7

7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand



รูปที่ 4. (ก) ระบบปั้มน้ำเพื่อวัดค่า EC และ (ข) ท่อปล่อยน้ำสิ้นออก

- ค่า EC เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ ระบบจะทำการแสดงผลที่จอ LCD
ข้อความว่า “Status : be careful” และแจ้งเตือนด้วยไฟสีส้ม
เมื่อเครื่องตรวจวัดค่า EC แสดงการแจ้งเตือนให้เราทราบแล้ว
ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ปั้มน้ำทำการดูดน้ำปุ๋ยออกจากกระบอกกรวย
ลงสู่ถังปุ๋ย ซึ่งจะใช้ 3 วินาที จะทำงานในช่วงกลางวัน ตั้งแต่ 6.00 น. –
18.00 น. ซึ่งจะทำการวัดทุก ๆ 1 ชั่วโมง การทำงานแบบ Automatic ซึ่งจะ
ใช้ฐานเวลาจากภายนอก Master ด้วยไอซี DS1307 back up และใช้แหล่ง
จ่ายจากแบตเตอรี่ เพื่อให้เวลาฬิกาของ Master ซึ่งใช้ควบคุมการทำงานของ
ระบบทั้งหมด ซึ่งขณะไฟดับเครื่องยังทำงานต่อไปได้ เราสามารถดู
และตั้งค่า EC ได้ผ่าน Key pad ซึ่งแสดงผลออกจอ LCD

3.2 วิธีการตรวจวัดค่า EC

รูปที่ 4 (ก) แสดงระบบปั้มน้ำเพื่อวัดค่า ประกอบด้วย 1. ลิ้นเปิด-ปิด
ระบบปั้มน้ำ ซึ่งได้รับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 2. ระบบดูดน้ำเข้า
กระบอกพักน้ำเพื่อทำการตรวจวัด และ 3. วงจรขยายและปรับแต่ง
สัญญาณที่ได้จากโพรบ EC รูปที่ 4(ข) แสดงเครื่องวัดค่า EC ซึ่งมีท่อ
ระบายน้ำที่สั้นจากกระบอก การปั้มน้ำเข้ากระบอกขณะวัดค่า EC จะไม่
สามารถคำนวณปริมาณน้ำที่เข้ากระบอกได้ ดังนั้น คณะผู้วิจัยได้ออกแบบ
ให้มีท่อน้ำสั้นจากกระบอก เพื่อระบายน้ำที่สั้นจากกระบอกได้ ขั้นตอน
วิธีการตรวจวัดค่า EC สามารถอธิบายตามลำดับต่อไปนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งรีเลย์ตัวที่ 3 (ลูกศร 1) ทำงานเพื่อให้
มอเตอร์ปั้มน้ำดูดน้ำขึ้นมาเก็บไว้ในกระบอกกรวยเก็บน้ำที่มีหัวโพรบวัดค่า
EC ติดตั้งอยู่ (ตามลูกศร 1, 2 และ 3) ถ้าน้ำสั้นจากกระบอกกรวยจะไหล
ไปยังท่อด้านข้าง (ลูกศร 3)
2. เมื่อปั้มน้ำทำงานเสร็จ หัวโพรบ EC จะอ่านค่าและส่งข้อมูลไปยัง
คอนโทรลเลอร์ แสดงค่า EC ออกทางจอ LCD
4. เมื่อระบบตรวจวัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ระบบจะสั่งให้ปั้มน้ำดูดน้ำ
ปล่อยน้ำคืนสู่ถังเก็บน้ำปุ๋ยที่อยู่ภายนอกโรงเรือน (ลูกศร 4)

4. การทดลองและผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ ได้ทำการสอบเทียบเครื่องวัดค่า EC กับเครื่องวัดมาตรฐาน
แล้วนำเครื่องไปติดตั้งที่แปลงปลูกกะน้าด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์ และทำการ
สอบเทียบเครื่องวัดค่า EC กับเครื่องวัดมาตรฐานอีกครั้งที่แปลงปลูก
ผักกะน้า เพื่อให้เครื่องวัดทำการวัดค่าถูกต้อง รูปที่ 5(ก) แสดงผลการวัด
ด้วยเครื่องวัดมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.819 ms/cm รูปที่ 5(ข) แสดงผลการ
วัดค่า EC ของเครื่องวัดผ่านจอ LCD ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.7 ms/cm จากผลการ
สอบเทียบพบว่าเครื่องวัดมีความผิดพลาดเท่ากับ รูปที่ 6 แสดงกราฟผล
การทดลองสอบเทียบเครื่องวัดค่า EC กับเครื่องวัดมาตรฐานด้วยการ
ปรับเปลี่ยนค่า EC จาก 1 ms/cm ถึง 6 ms/cm แล้วพบว่าค่าผลการวัดของ
เครื่องวัดจะมีค่าประมาณเท่ากับเครื่องวัดมาตรฐานในช่วง 1.5 ms/cm ถึง
5.8 ms/cm รูปที่ 7 แสดงการนำเครื่องวัดค่า EC ไปติดตั้งใช้งานจริงกับ
แปลงปลูกผักกะน้าด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์



(ก)

บทความวิจัย

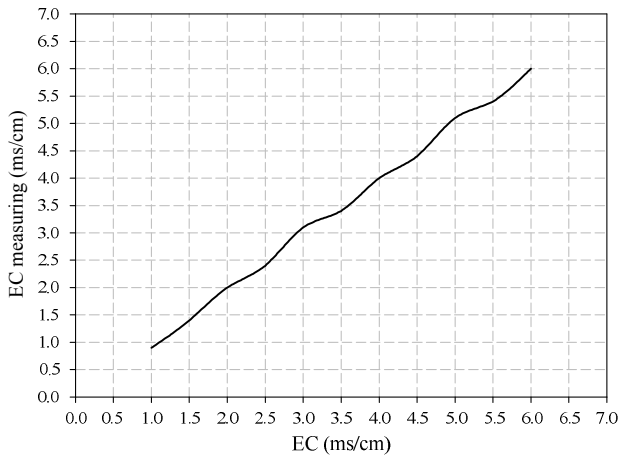
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7

7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand



(ข)

รูปที่ 5. ผลการวัดค่า EC (ก) เครื่องมาตรฐาน และ (ข) เครื่องตรวจวัด



รูปที่ 6. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า EC ที่ได้จากโพรบกับมิเตอร์



รูปที่ 7. เครื่องวัดค่า EC ถูกติดตั้งที่แปลงปลูกกะน้า

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอเครื่องตรวจวัดค่า EC ธาตุอาหารในสารละลาย สำหรับการปลูกผักไฮโดรพอนิกส์ ระบบการตรวจวัดค่า EC ได้ใช้วิธีการคูดน้ำขึ้นมาไว้ในกระบอกแล้วใช้โพรบ EC วัดค่า EC ในสารละลาย ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลการตัดสินใจแจ้งสถานะของ EC และแสดงค่า EC ผ่านจอ LCD ผลการทดลองวัดค่า EC มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 100% เครื่องวัดค่า EC สามารถแสดงสถานะของสารละลายได้อย่างถูกต้อง

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพีรพล สิริราพรธรณ ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 8 ตำบล วังตะกั่ว อำเภอ เมือง จังหวัด นครปฐม ที่อนุญาตให้ใช้แปลงปลูกผักคะน้าแบบไฮโดรพอนิกส์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Electrical Conductivity http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_conductivity_meter
- [2] ค่า EC คืออะไร <http://hydro-farm.blogspot.com>.
- [3] การปลูกกางต้งไร้ดิน ปลอดภัย <http://www.rakbankerd.com>
- [4] Ch. Noisopa, B. Prapagdee, Ch. Navanugraha and R. Hutacharoen, "Effects of Bio-Extracts on the Growth of Chinese Kale," *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 44, pp. 808 - 815, 2010.