

การพัฒนาระบบจ่ายน้ำสัปดาห์มูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งหลังฤดูเก็บเกี่ยว

Development of Automatic Swine Manure Fermented Fertilizer Water System Using Solar Energy to Solve Drought Problem of After Harvest Season

สุจิตรา สีนุกARN¹ สุรรัตน์ บุตรพรหม^{2,3} นงลักษณ์ พยัคฆศิรินาวิ¹ กิตติ วิรุณพันธ์^{2,3}
เกศรา แก้วดี³ ภัทรพล พรหมตัน¹ และ ธนากรณ์ ปะทะวัง¹
Sujitra Subnugarn¹ Surerat Butprom^{2,3} Nongluck Payakkasirinawin¹
Kitti Wirunpan^{2,3} Ketsara Kaewdee³ Pattaraphon Phomtan¹
and Tanakorn Patawang¹

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบจ่ายน้ำสัปดาห์มูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งหลังฤดูเก็บเกี่ยว การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะแรก คือ การออกแบบและพัฒนาระบบจ่ายน้ำปุ๋ยมูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งออกแบบให้อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และใช้ระบบน้ำแบบหยดในการให้ปุ๋ย โดยมีชุดอุปกรณ์วัดความชื้นจำนวน 2 ชุด ชุดอุปกรณ์ควบคุมวาล์วน้ำ จำนวน 8 ชุด พร้อมแผงโซลาร์เซลล์ที่ควบคุมระบบการทำงาน สามารถตั้งค่าความชื้นที่ต้องการผ่านสัญญาณ wifi ในระบบมือถือ สำหรับระยะที่สอง คือ ศึกษาผลของการจ่ายน้ำสัปดาห์มูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักคะน้าและผักกวางตุ้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in CRD มี 2 ปัจจัย คือ 1) ชนิดผัก ได้แก่ ผักคะน้า และผักกวางตุ้ง 2) อัตราส่วนของน้ำสัปดาห์มูลสุกรต่อน้ำ มี 4 อัตราส่วน คือ 0 (ชุดควบคุม) 1:10 1:20 และ 1:30 ผลการทดลอง พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผักกวางตุ้งเจริญเติบโตได้เร็วกว่าผักคะน้า มีจำนวนใบเฉลี่ย/ต้น ความยาวใบเฉลี่ย เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 10.63

คำสำคัญ: น้ำสัปดาห์มูลสุกร ระบบการจ่ายน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34000

¹ Division of Agriculture, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, 34000

² สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34000

² Division of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, 34000

³ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34000

³ Research and Development Institute, Ubon Ratchathani Rajabhat University 34000

ใบ 19.67 เซนติเมตร 25.30 มิลลิเมตร 1,624 กิโลกรัม/ไร่ และ 0.14 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอัตราส่วนของปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรที่เหมาะสม แยกออกเป็น 2 กรณี คือ ถ้าต้องการเร่งการเจริญเติบโต ให้ใช้อัตราส่วน 1:20 เนื่องจากมีจำนวนใบ/ต้น (9.38 ใบ) และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย (19.64 มิลลิเมตร) มากที่สุด ส่วน ความสูงเฉลี่ยของต้น ความกว้าง และความยาวใบเฉลี่ย มีแนวโน้มสูงที่สุด คือ 28.65 13.68 และ 19.16 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ถ้าต้องการเร่งผลผลิต พบว่า การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรอัตราส่วน 1:30 มีความเหมาะสมที่สุด มีน้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ยสูงที่สุด 1,340 กิโลกรัม/ไร่ และมีแนวโน้มให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด 0.12 กรัม/ลิตร แต่ถ้าพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดพืช กับการให้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรอัตราส่วนต่าง ๆ กัน พบว่า สำหรับผักคะน้า อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:10 มีความสูงเฉลี่ยของต้น น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ผักกวางตุ้งอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:30 มีความสูงเฉลี่ยของต้น น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบพืชเฉลี่ยมากที่สุด

Abstract

Development of Automatic Swine Manure Fermented Fertilizer Water System Using Solar Energy to Solve Drought Problem of After Harvest Season. The research was divided into 2 parts. The first part was the design and development of accurate solar system for the swine manure irrigation. The liquid fertilizer delivering system exploited gravitational force. This design was to reduce production cost. Fertilizer was carried with water dripping system. There were 2 sets of moisture meter, 8 valve control units and a solar panel. Controlling can be manipulate through wifi smart phone. The second part was to study the effective of the system on 2 vegetable species, Chinese kale and False Pakchoi. The project was laid out with 2x4 Factorial in CRD. The 2 factors were 1) vegetable species 2) Four ratios of swine manure fertilizer to water ie. Control, 1:10, 1:20 and 1:30. It was found that False Pakchoi grew better than Chinese kale with average leaf numbers plant, leaf length, stem diameter, stem fresh weight and total leaf chlorophyll of 10.63 leaves, 19.67 cm., 25.30 mm., 1,624 kg/rai and 0.14 g/l, respectively. The difference was statistically significant. There were 2 cases of appropriate ratio of the fertilizer. At 1:20 ratio resulted in the better growth with 9.38 leaf numbers plant and stem diameter of 19.64 mm. If optimum yield is required then 1:30 ratio is most suitable. This ratio gave 1,340 kg/rai, and tended to give the highest average leaf chlorophyll of 0.12 $g\ l^{-1}$. If relationship between vegetable species and different ratio of the liquid fertilizer were considered then the most optimum ratios for Chinese kale was 1:10. This ratios resulted in the highest average in height, weight and leaf chlorophyll. This was also true with False Pakchoi at the ratio of 1:30.

Keywords: Swine Manure Fermented, Automatic Water System, Solar Energy

คำนำ

พืชผักเป็นพืชอาหารชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออกตลาดต่างประเทศ รวมทั้งเป็นแหล่งของวิตามิน และเกลือแร่ที่สำคัญที่จำเป็นต่อร่างกายเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตทำให้ร่างกายอยู่ในสภาวะสมดุล ปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตและส่งออกผลผลิตที่ได้จากผักหลายชนิดออกไปจำหน่ายยังประเทศข้างเคียง เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ และฮ่องกง เป็นต้น ซึ่งมีมูลค่านับล้านบาทในแต่ละปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) โดยประเทศไทยมีผลผลิตผักสดมากเป็นอันดับที่ 20 ของโลก ในขณะที่ประเทศจีนผลิตได้เป็นอันดับที่ 1 ซึ่งนับว่ายังมีน้อยไม่ถึงร้อยละ 5 ของมูลค่าการค้าผักและผลิตภัณฑ์ผักของโลก แต่ไทยยังมีโอกาสพัฒนาคุณภาพผลผลิตและผลิตภัณฑ์และเน้นการตลาดสินค้าผักสดตามมาตรฐานการส่งออก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง และมีแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดที่มีความสำคัญในการส่งออกผักสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปของไทยอันดับ 1 โดยมีปริมาณการส่งออกเกือบร้อยละ 50 ของการส่งออกผักของไทย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากพืชผักสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงของอุณหภูมิตั้งแต่ 10-40 องศาเซลเซียส ความชื้นไม่น้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (ทั้งอากาศและดิน) pH ของดินระหว่าง 4-8 (ลิลลี่ และคณะ, 2552) ดังนั้นการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชผัก จึงขึ้นอยู่กับวิธีการดูแลรักษา เช่น การให้น้ำและปุ๋ยที่เพียงพอ เป็นต้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่สภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย ประกอบกับเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีที่จะมาช่วยเพิ่มผลผลิตการเพาะปลูก วิธีการบริหารจัดการน้ำและความคุ้มค่าในการลงทุน จึงทำให้เกษตรกรประสบปัญหาขาดทุนได้ และหากไม่มีน้ำใช้รดพืชในช่วงหน้าแล้ง จะส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตช้าลง ผลผลิตลดลงและไม่ได้คุณภาพตามความต้องการของตลาด/ผู้บริโภค บางครั้งอาจถึงขั้นไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้ เหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคที่ทำให้การเพาะปลูกพืชผักไม่ได้ผล นับเป็น

ต้นเหตุในการจำกัดทั้งปริมาณในการผลิตและคุณภาพของผลผลิตให้ลดลงได้ทั้งสิ้น

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาวิธีแก้ไขปัญหานี้ โดยนำเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการบริหารจัดการน้ำและออกแบบ พัฒนาระบบจ่ายน้ำและปุ๋ยแบบแม่นยำ โดยมีชุดควบคุมเพื่อวัดระดับความชื้นในดิน มาช่วยในการจ่ายปุ๋ยและน้ำแบบอัตโนมัติ เพื่อแก้ไขปัญหาคารบูกาบที่ช่วงฤดูแล้ง และเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการผลิต ช่วยลดผลกระทบจากสภาวะแล้ง โดยในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ น้ำสกัดมูลสุกรมาเป็นปุ๋ยทดลอง เนื่องจากปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรมีแร่ธาตุอาหารรองและจุลธาตุบางชนิดในปริมาณที่สูงกว่าเศษพืช หรือมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ เพราะการให้อาหารมูลสุกรยุคใหม่มีการเสริมวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณที่สูง เพื่อให้สัตว์มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ซึ่งแร่ธาตุเหล่านั้นไม่สามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้หมดและถูกขับถ่ายออกมาทางมูล อีกทั้งตัวแร่ธาตุเองจะถูกแปรสภาพให้อยู่ในรูปละลายน้ำได้มากขึ้น จึงเป็นประโยชน์ต่อต้นพืชมาก เมื่อนำมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีระบบการจ่ายน้ำแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จะทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถตอบสนองต่อความต้องการผักอินทรีย์ในอนาคต ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจ่ายน้ำสกัดมูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และทดสอบประสิทธิภาพระบบจ่ายน้ำสกัดมูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

วิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ออกแบบและพัฒนาระบบจ่ายน้ำสกัดมูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยขั้นตอนการทดลอง คือ 1. คัดเลือกและเตรียมพื้นที่ในการทำงานวิจัย 2. ออกแบบการวางผังแปลงและระบบการจ่ายน้ำร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในระบบการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติ 3. วางผังแปลงปลูก พร้อมทำการติดตั้งระบบการจ่ายน้ำแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามที่ได้ออกแบบและพัฒนาระบบการ

จ่ายน้ำขึ้นมาตามแผนการปลูกพืช และ 4. ทดสอบระบบเบื้องต้น พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งาน

ระยะที่ 2 ศึกษาผลของการจ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง แบบแมนย่ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักคะน้าและผักกวางตุ้ง โดยงานวิจัยในระยะที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in Completely Randomized Design มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัย A ได้แก่ ชนิดผัก แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ a₁= ผักคะน้า และ a₂= ผักกวางตุ้ง และปัจจัย B ได้แก่ อัตราส่วนของน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง แบ่งเป็น 4 อัตราส่วน คือ b₁= 0 [ชุดควบคุม (control): น้ำเปล่า], b₂= 1:10, b₃= 1:20 และ b₄= 1:30 รวมทั้งหมด 8 กลุ่มทดลอง ทำ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 แปลง (แปลงขนาด 2x2 เมตร) โดยขั้นตอนการทดลอง คือ 1. วางผังแปลงปลูกคะน้าและกวางตุ้งพร้อมวางระบบการจ่ายน้ำหมักมูลสุกรแบบแมนย่ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามที่แผนการทดลองกำหนดผ่านระบบการให้น้ำแบบหยด 2. วัดปริมาณความชื้นในดินขณะดินแห้งและดินอุ้มน้ำแบบสมบูรณ์ (ความจุความชื้นสนาม) เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการควบคุมการปิด-เปิดของระบบการจ่ายน้ำแบบแมนย่ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ 3. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตด้านต่างๆ ตั้งแต่เริ่มปลูกพืชจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโตและผลผลิต

1.1 ความสูงเฉลี่ยเริ่มต้นของต้นกล้าก่อนย้ายลงแปลงปลูก และความสูงเฉลี่ยของต้น ทุก 7 วัน จำนวน 5 ครั้ง จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยวัดตั้งแต่โคนต้นถึงปลายยอด

1.2 จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นก่อนเริ่มย้ายปลูก และหลังย้ายปลูกทุก 7 วัน จำนวน 5 ครั้ง

1.3 ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ โดยวัดเริ่มต้นจากใบที่ 1-3 จากยอดและทำเครื่องหมายใบไว้ จากนั้นทำการวัดการเจริญเติบโตของใบเดิมทุก 7 วันจำนวน 5 ครั้ง โดยเริ่มวัดครั้งแรกเมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วันหลังย้ายปลูก

1.4 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (ขนาด 6 นิ้ว) เมื่อพืชมีอายุ 21 28 และ 35 วันหลังจากย้ายปลูก โดยวัดที่ความสูงห่างจากโคนต้นขึ้นมา 15 เซนติเมตร

1.5 น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัมต่อต้น กิโลกรัมต่อแปลง และกิโลกรัมต่อไร่)

1.6 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช (ดัดแปลงจาก AOAC, 2006)

1.7 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ปริมาณ NPK และปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในช่วงก่อนและหลังปลูกพืช

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

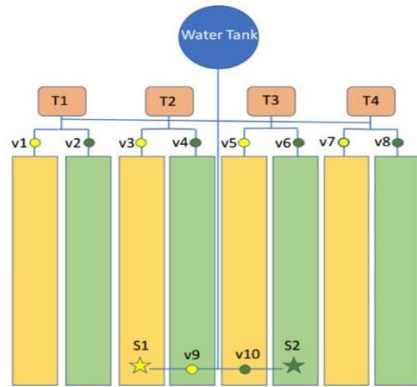
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ระยะที่ 1 ออกแบบและพัฒนาระบบจ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง แบบแมนย่ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบและพัฒนา พร้อมติดตั้งระบบการจ่ายน้ำหมักมูลสุกรแบบแมนย่ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ชุดควบคุมการเปิด-ปิดน้ำแบบอัตโนมัติ ชุดตรวจสอบความชื้นในดิน และมอเตอร์/วาล์วควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ โดยออกแบบให้อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกทดแทนการใช้ปั้มน้ำอัตโนมัติเพื่อลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากจะต้องใช้ปั้มน้ำอัตโนมัติเพื่อปั้มน้ำเข้าสู่ระบบไม่น้อยกว่า 4 เครื่อง ทำให้ต้องมีต้นทุนเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 7-8 หมื่นบาท ทำให้การออกแบบระบบการจ่ายน้ำปุ๋ยมูลสุกรโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกแบบนี้สามารถนำไปติดตั้งสำหรับแปลงของเกษตรกรที่อยู่ในเขตพื้นที่ห่างไกลได้ เพราะเกษตรกรไม่ต้องมีการวางระบบไฟฟ้าไปยังปั้มน้ำอัตโนมัติจึงไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนนี้ และเพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพของระบบการจ่ายน้ำในระยะที่

2 โดยการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำ สกัดมูลสุกรต่อการเจริญเติบโตของผัก 2 ชนิด จึง ต้องมีการวางแผนผังการปลูกร่วมกับการออกแบบ และพัฒนาระบบการจ่ายน้ำ ซึ่งในตอนแรกมีการใช้ ชุดควบคุมและมอเตอร์/วาล์ว เพียงแค่ 2 ชุด แต่ พบว่าการสั่งจ่ายน้ำไม่สม่ำเสมอ และไม่เป็นไปตาม แผนการทดลอง จึงเพิ่มมอเตอร์/วาล์วเป็น 5 ตัวต่อ 1 ชุดควบคุมต่อพืชทดลอง 1 ชนิด มี 2 พืชจึงใช้ชุด ควบคุม 2 ตัว และมอเตอร์/วาล์วเปิด-ปิดน้ำรวม ทั้งหมด 10 ตัว ส่วนชุดตรวจสอบระดับความชื้นใน ดิน พบว่าในพืชและดินชนิดเดียวกันให้ค่าความชื้นใน ดินไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้ชุด ตรวจสอบความชื้นของดิน 1 ตัวต่อ 1 ชนิด มีพืช 2 ชนิด จึงใช้ทั้งหมด 2 ตัว ซึ่งชุดตรวจสอบความชื้นใน ดินจะมีแผงพลังงานแสงอาทิตย์คอยสะสมพลังงาน เก็บไว้ในแบตเตอรี่เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 1) การ ทดสอบเบื้องต้นในสภาพพื้นที่จริง โดยการใช้ระบบ น้ำแบบหยดในการให้ปุ๋ยประกอบไปด้วย ชุดอุปกรณ์ วัดความชื้นจำนวน 2 ชุด ชุดอุปกรณ์ควบคุมวาล์วน้ำ จำนวน 8 ชุด พร้อมแผงโซลาร์เซลล์ที่ควบคุมระบบ การทำงาน สามารถตั้งค่าความชื้นที่ต้องการผ่าน สัญญาณ wifi ในระบบมือถือ และสามารถตรวจสอบ สถานการณ์ทำงานของเครื่องได้แบบเรียลไทม์ ทำ การทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ โดยต้อง กำหนดค่าความชื้นในดินสูงสุดและต่ำสุดบน แอปพลิเคชัน เพื่อส่งข้อมูลไปยังสมองกลฝังตัว (Microcontroller) สามารถทำได้โดยนำเซ็นเซอร์ (prob) ที่ถูกฝังไว้ใต้ดินของชุดตรวจสอบความชื้นใน ดินมาทำการวัดขณะที่ดินแห้งและดินอืดด้วยน้ำ และนำค่าที่อ่านได้มากำหนดค่าความชื้นในดินต่ำสุด และสูงสุด เมื่อตั้งค่าได้แล้วหลังจากนั้นระบบจะทำ กระบวนการประมวลผล โดยเปรียบเทียบค่าปริมาณ

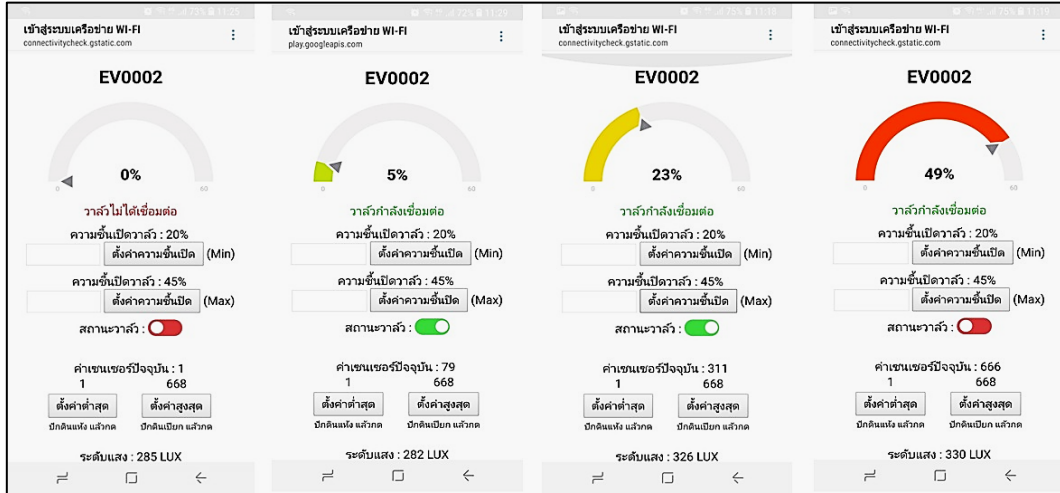
ความชื้นในดินในแปลงเพาะปลูกที่ส่งมาจาก เซ็นเซอร์ที่ถูกฝังอยู่ใต้ดินในระดับรากพืชกับค่า ความชื้นในดินสูงสุดและต่ำสุด และทำการสั่งการ การทำงานของวาล์วเพื่อเปิดจ่ายน้ำไปสู่แปลง เพาะปลูกและเมื่อค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นจนถึง ค่าสูงสุดที่ตั้งไว้ เซ็นเซอร์จะสั่งการให้วาล์วปิดการให้ น้ำด้วยตัวเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งเกษตรกรสามารถ มอนิเตอร์การทำงานของระบบผ่านแอปพลิเคชันจาก สมาร์ทโฟน (ภาพที่ 2) อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่า การตั้งค่าต่าง ๆ ผ่านทางสัญญาณ wifi ในระบบมือ ถือยังมีข้อจำกัดอยู่บ้างในเรื่องของระยะทางในการ กระจายสัญญาณ wifi มาถึงเครื่องรับ เนื่องจาก เครื่องส่งสัญญาณที่ติดตั้งในแปลงนั้นสามารถส่ง สัญญาณออกมาให้ครอบคลุมพื้นที่ได้ประมาณ 500 เมตร โกลสุดไม่เกิน 1 กิโลเมตร เท่านั้น ดังนั้นหาก เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และต้องการสั่งการในระยะไกล ควรซื้อช่องสัญญาณ wifi โดยเฉพาะเพื่อให้การ สั่งงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และถึงแม้ระบบ การจ่ายน้ำปุ๋ยมูลสุกรแบบอัตโนมัติจะสามารถใช้งาน ได้ดีแต่เกษตรกรควรต้องมีการดูแลตรวจสอบ ซ่อมแซม และดูแลอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอเพื่อยืด อายุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้อย่าง ยาวนานและต่อเนื่องเช่น ควรติดตั้งกล่องควบคุมให้ สูงระดับเดียวกับพืชเมื่อโตเต็มที่แล้วเพื่อเป็น ประโยชน์ในการสื่อสารและการชาร์ตพลังงานของ แผงโซลาร์เซลล์ นอกจากนี้ ควรทำการติดตั้งวาล์วน้ำ ให้สูงจากพื้นดินประมาณ 1 ฟุต ใช้เทปพันสายไฟ บริเวณรอยต่อต่าง ๆ และ ทำหลังคาครอบ เพื่อ ป้องกันไม่ให้น้ำฝนสัมผัสเครื่องได้ ในกรณีที่ฝนตก หนักหรือเพื่อป้องกันความเสียหายจากปัจจัย ภายนอกอื่น ๆ ในระหว่างการใช้งานอุปกรณ์ใน ระบบเปิดแบบกลางแจ้ง เป็นต้น



V1, V3, V5, V7, V9 จะเปิดพร้อมกัน
เมื่อ S1 วัดค่าปริมาณความชื้นในแปลง
ต่ำกว่าค่าที่กำหนดและปิดพร้อมกัน
เมื่อค่าปริมาณความชื้นในแปลงต่ำกว่า
ค่าที่กำหนดไว้

V2, V4, V6, V8, V10 จะเปิดพร้อมกัน
เมื่อ S2 วัดค่าปริมาณความชื้นในแปลง
ต่ำกว่าค่าที่กำหนดและปิดพร้อมกัน
เมื่อค่าปริมาณความชื้นในแปลงต่ำกว่า
ค่าที่กำหนดไว้

ภาพที่ 1 การวางผังแปลงปลูกพืชและการออกแบบการวางระบบการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 2 การควบคุมมอเตอร์/วาล์วในการเปิด-ปิดระบบการจ่ายน้ำตามความชื้นของดิน โดยตั้งค่าความชื้นดินสูงสุด-ต่ำสุด ผ่านทางระบบสมาร์ตโฟน

ระยะที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพระบบการจ่ายน้ำ โดยศึกษาผลของการจ่ายน้ำสัปดาห์ละครั้งแบบแม่นยำด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักคะน้า และผักกวางตุ้ง

2.1) การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าและผักกวางตุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (35 วันหลังย้ายกล้า) ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าผักคะน้าในหลาย ๆ ด้าน ทั้งจำนวนใบเฉลี่ย/ต้น ความยาวใบเฉลี่ย เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 10.63 ใบ 19.67 เซนติเมตร 25.30 มิลลิเมตร 1,624 กิโลกรัม/ไร่ และ 0.14 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดย

สาเหตุที่ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ มากกว่าผักคะน้า อาจเนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมของพืชแต่ละชนิด ที่จะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันออกไป โดยลักษณะทางพันธุกรรมของผักกวางตุ้งมีจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น ประมาณ 11-12 ใบ ส่วนผักคะน้ามีจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น ประมาณ 7-9 ใบ/ต้น นอกจากนี้ ผักกวางตุ้งยังมีความกว้างและความยาวใบเฉลี่ยมากกว่าผักคะน้า โดยผักกวางตุ้งมีความกว้างใบเฉลี่ย ประมาณ 11-14 เซนติเมตร และความยาวใบเฉลี่ย ประมาณ 15-30 เซนติเมตร ส่วนผักคะน้ามีความกว้างใบเฉลี่ย ประมาณ 10-14 เซนติเมตร และความยาวใบเฉลี่ย ประมาณ 16-18 เซนติเมตร ดังนั้น เมื่อพืชได้รับปุ๋ยน้ำสกัด มูลสุกรในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะทำให้

ได้รับสารอาหารได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากในน้ำสกัดมูลสุกร มีแร่ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุหลายชนิด ซึ่งอยู่ในรูปที่ละลายน้ำและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (อุทัยวรรณ, 2552) โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ที่ทำหน้าที่เสริมสร้างการเจริญเติบโตทางลำต้น กระตุ้นให้มีการแตกกิ่ง ก้านใบ รวมถึงการสร้างคลอโรฟิลล์ ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสง สร้างอาหารได้อย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันยังมีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ ซึ่งธาตุฟอสฟอรัสสามารถช่วยเร่งการเจริญเติบโตของราก และทำหน้าที่เป็นตัวนำการสร้างพลังงาน เพื่อนำแร่ธาตุส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช (สยามเคมี.คอม, ม.ป.ป.) ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และมีการเจริญเติบโตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสายพันธุ์

2.2) อัตราส่วนของปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรที่เหมาะสม แยกออกเป็น 2 กรณี คือ ถ้าต้องการเร่งการเจริญเติบโต ให้ใช้อัตราส่วน 1:20 เนื่องจากมีจำนวนใบ/ต้น (9.38 ใบ) และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย (19.64 มิลลิเมตร) มากที่สุด ส่วนความสูงเฉลี่ยของต้น ความกว้าง และความยาวใบเฉลี่ย มีแนวโน้มสูงที่สุด คือ 28.65 13.68 และ 19.16 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่หากต้องการเร่งผลผลิต พบว่า การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรอัตราส่วน 1:30 มีความเหมาะสมที่สุด มีน้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1,340 กิโลกรัม/ไร่ และมีแนวโน้มให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.12 กรัม/ลิตร โดยการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรทุกอัตราส่วน มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเฉลี่ยมากกว่าการใช้ น้ำเปล่า สาเหตุที่การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการให้น้ำเปล่า เนื่องจากมูลสุกรถือเป็นวัสดุที่มีธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหารในปริมาณที่สูงกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้ เพราะอาหารสัตว์ยุคใหม่มีการเสริมวิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณสูง เพื่อให้สุกรเจริญเติบโตได้ตามปกติ ซึ่งแร่ธาตุเหล่านั้น ไม่สามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้หมด และถูกขับถ่ายออกมาทางมูล อีกทั้งตัวแร่ธาตุเองจะถูกแปรสภาพให้อยู่ในรูปละลายน้ำได้มากขึ้น จึงเป็นประโยชน์ต่อต้นพืชมากขึ้น พืชสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ได้เร็ว

กว่า ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราในการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชมีผลผลิตที่มีคุณภาพมากขึ้น (ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.) ซึ่งสอดคล้องกับ วราภรณ์ (2547) ที่รายงานว่าการพ่นน้ำสกัดมูลสุกรให้กับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ ผลผลิตต่อพื้นที่ และคุณภาพผลผลิตสูงขึ้น ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเฉลี่ยที่มากกว่าการใช้ น้ำเปล่า เนื่องมาจากในน้ำสกัดมูลสุกรมีธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ทำให้พืชมีสีเขียวเข้มขึ้น และธาตุซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนและโปรตีน ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างสารสีเขียวในพืช รวมถึงมีธาตุแมกนีเซียมและธาตุเหล็ก ที่มีส่วนช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (พีระพันธุ์, ม.ป.ป.)

2.3) ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดพืชกับการให้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรอัตราส่วนต่าง ๆ กัน พบว่า สำหรับผักคะน้า อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:10 มีความสูงเฉลี่ยของต้น ความยาวใบเฉลี่ย น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 33.53 เซนติเมตร 18.85 เซนติเมตร 916 กิโลกรัม/ไร่ และ 0.08 กรัม/ลิตร ตามลำดับ และสำหรับผักกวางตุ้งอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:30 มีความสูงเฉลี่ยของต้น จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น น้ำหนัก ลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบพืชเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 29.32 เซนติเมตร 11.67 ใบ 1,912 กิโลกรัมต่อไร่ และ 0.16 กรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยสาเหตุที่การปลูกผักกวางตุ้งร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรอัตราส่วน 1:30 มีแนวโน้มให้น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากผักกวางตุ้งเป็นผักที่ไม่ต้องการธาตุอาหารในการเจริญเติบโตมากนัก ปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต คือ น้ำ (ล้านบ้านกะสวน, 2562) ดังนั้นการปลูกผักกวางตุ้งร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร อัตราความเข้มข้น 1:10 ที่มีความเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ทำให้ธาตุอาหารบางธาตุอาจถูกดูดยึดไว้ พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงส่งผลให้ผักกวางตุ้งชะงักการเจริญเติบโตได้ ดังนั้นการเจือจางปุ๋ยสกัดมูลสุกรโดยใช้อัตราส่วน 1:30 จึงมีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับ

ผักกวางตุ้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Kwon *et al.* (2010) ที่ศึกษาผลของปุ๋ยน้ำมูลสุกร และปุ๋ยสังเคราะห์ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของข้าว ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยน้ำมูลสุกรทำให้ความสูงของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยวมีค่าสูงที่สุด แต่การใช้ความเข้มข้นที่มากเกินไปอาจไปยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้ ในขณะที่ผักคะน้าต้องการธาตุอาหารมากในการเจริญเติบโต (ประสิทธิ์, 2557) การให้ปุ๋ยสัปดาห์ละครั้งอัตราส่วนสูง คือ 1:10 จึงมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยในน้ำสัปดาห์ละครั้งมีปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อให้กับพืชปุ๋ยน้ำสัปดาห์ละครั้งจึงสามารถปลดปล่อยธาตุเหล่านี้ลงสู่ดินได้ ส่งผลให้ดินมีค่าความเป็น กรด-ด่าง ลดลงจากก่อนปลูก มีค่า 6.31 หลังปลูกมีค่าอยู่ประมาณ 5.5-6.0 ส่วนค่า EC ก่อนปลูกมีค่า 0.018 dS/m จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นจากหลังปลูกเป็น 0.090 dS/m และมีปริมาณ N P K ก่อนปลูกประมาณ 0.05% 18 และ 30 mg/kg ตามลำดับ จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นหลังปลูกประมาณ 0.15% 33 และ 30 mg/kg ตามลำดับ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งเหมาะต่อการนำธาตุอาหารของพืชไปใช้ประโยชน์ โดยธาตุไนโตรเจนช่วยในการสร้างส่วนของลำต้นและใบ ขณะที่ธาตุฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบรากของพืช ซึ่งการที่พืชมีระบบรากที่มีคุณภาพจะช่วยทำให้พืชสามารถที่จะดูดลำเลียงน้ำและธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต และสร้างผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เฉลิม, 2535) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ละครั้งยังช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นจากระดับต่ำมาก (ก่อนปลูก) เป็นต่ำจนถึงปานกลาง (หลังปลูกและให้ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ละครั้ง) ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นเหมาะแก่การ

เจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการปลูกผักกวางตุ้งร่วมกับการให้น้ำเปล่าจะทำให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากกว่าการปลูกผักกวางตุ้งร่วมกับการให้น้ำสัปดาห์ละครั้งทุกอัตราส่วน ในขณะที่การปลูกผักคะน้าร่วมกับการให้น้ำเปล่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คาดว่าอาจเนื่องมาจากผักกวางตุ้งเป็นผักที่ต้องการน้ำมาก ประกอบกับเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ ธาตุอาหารส่วนใหญ่จะถูกส่งไปสะสมที่ใบ จึงเป็นสาเหตุให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยกว่าน้ำเปล่า (ล้านบ้านกะสวน, 2562) ส่วนผักคะน้าเป็นผักที่ต้องการธาตุไนโตรเจนสูงในการเจริญเติบโต ดังนั้นหากได้รับธาตุไนโตรเจนไม่เพียงพอก็จะชะงักการเจริญเติบโต (ประสิทธิ์, 2557) ดังนั้นเมื่อพืชทั้ง 2 ชนิด ได้รับธาตุอาหารจากระบบการจ่ายน้ำแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาในปริมาณที่เหมาะสมตามความต้องการของพืช สามารถทำให้พืชเจริญเติบโตได้ตามปกติ และมีคุณภาพผลผลิตที่ดี

จากการทดลองครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า การปลูกพืชในหน้าแล้งภายหลังฤดูการเก็บเกี่ยวให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด คือ ระบบการจ่ายน้ำที่ต้องสอดคล้องกับความต้องการของพืช และการเลือกวิธีการให้ปุ๋ยไปพร้อมกับน้ำ (น้ำสัปดาห์ละครั้ง) โดยมีการจัดวางระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดที่แม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามความชื้นในดิน จะทำให้พืชไม่ขาดน้ำ ได้รับน้ำและปุ๋ยอย่างเพียงพอ สามารถช่วยประหยัดน้ำและปริมาณธาตุอาหาร ดังนั้นถ้าหากปลูกพืชในพื้นที่แห้งแล้ง ควรให้ปุ๋ยร่วมกับระบบการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติ หรือ แม่นยำ จะทำให้ศักยภาพในการ ดูดซึมน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 1 ความสูง (เซนติเมตร) จำนวนใบต่อต้น (ใบ) ความกว้างใบ (เซนติเมตร) และความยาวใบ (เซนติเมตร) ของผักคะน้าและผักกวางตุ้ง เมื่อได้รับปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรที่อัตราส่วนต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 35 วันหลังย้ายปลูก

กลุ่มทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนใบ ต่อต้น (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	
A = ชนิดผัก					
a ₁ : คะน้า	27.67	6.77 ^b	12.27	17.28 ^b	
a ₂ : กวางตุ้ง	26.89	10.63 ^a	13.10	19.67 ^a	
B = อัตราปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร					
b ₁ : 0 (ควบคุม)	27.66	8.63 ^{ab}	11.84	18.15	
b ₂ : 1:10	28.24	8.44 ^b	12.51	18.46	
b ₃ : 1:20	28.65	9.38 ^a	13.68	19.16	
b ₄ : 1:30	26.64	9.09 ^{ab}	12.87	17.64	
A×B					
1. คะน้า+น้ำเปล่า (a ₁ b ₁)	27.67 ^d	6.77 ^g	12.27	17.28 ^{bc}	
2. คะน้า+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:10 (a ₁ b ₂)	33.53 ^a	7.31 ^f	13.10	18.85 ^b	
3. คะน้า+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:20 (a ₁ b ₃)	29.66 ^b	7.97 ^e	12.70	15.32 ^d	
4. คะน้า+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:30 (a ₁ b ₄)	23.96 ^e	6.51 ^g	11.35	16.66 ^{dc}	
5. กวางตุ้ง+น้ำเปล่า (a ₂ b ₁)	27.66 ^d	10.50 ^c	11.42	19.01 ^b	
6. กวางตุ้ง+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:10 (a ₂ b ₂)	22.95 ^f	9.57 ^d	11.91	18.06 ^{bc}	
7. กวางตุ้ง+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:20 (a ₂ b ₃)	27.63 ^d	10.80 ^b	14.66	23.00 ^a	
8. กวางตุ้ง+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:30 (a ₂ b ₄)	29.32 ^c	11.67 ^a	14.40	18.61 ^b	
F-Test	A	ns	**	ns	*
	B	ns	*	ns	ns
	A×B	**	**	ns	**
C.V. (%)		0.26	1.06	12.97	3.31

หมายเหตุ: * = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p=0.05)

** = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p=0.01)

ns = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ความสูงเฉลี่ยของผักคะน้า (เซนติเมตร) ที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:10 (ก) และความสูงเฉลี่ยของผักกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:30 (ค) เมื่อมีอายุ 35 วันหลังย้ายปลูกลง



(ก)

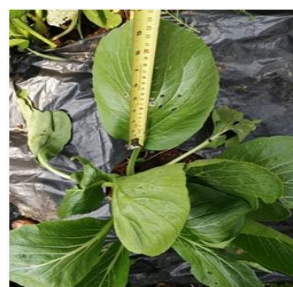


(ข)

ภาพที่ 2 ความกว้างใบเฉลี่ยของผักคะน้า (เซนติเมตร) ที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:10 (ก) และความกว้างใบเฉลี่ยของผักกวางตุ้งที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:20 (ค) เมื่อมีอายุ 35 วันหลังย้ายปลูกลง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ความยาวใบเฉลี่ยของผักคะน้า (เซนติเมตร) ที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:10 (ก) และความยาวใบเฉลี่ยของผักกวางตุ้งที่ได้รับ ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:20 (ค) เมื่อมีอายุ 35 วันหลังย้ายปลูกลง

ตารางที่ 2 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) น้ำหนักลำต้นสด (กิโลกรัมต่อไร่) และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของใบ (กรัมต่อลิตร) ของผักคะน้าและผักกวางตุ้ง เมื่อได้รับปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรที่อัตราส่วนต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 35 วันหลังย้ายปลูก

กลุ่มทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)	น้ำหนักลำต้นสด (กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของใบ (กรัมต่อลิตร)
A = ชนิดผัก			
a ₁ : คะน้า	11.64 ^b	752 ^b	0.07 ^b
a ₂ : กวางตุ้ง	25.30 ^a	1,624 ^a	0.14 ^a
B = อัตราปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร			
b ₁ : 0 (ควบคุม)	19.48 ^a	1,180 ^{bc}	0.09 ^b
b ₂ : 1:10	18.52 ^b	1,006 ^c	0.10 ^a
b ₃ : 1:20	19.64 ^a	1,232 ^{ab}	0.11 ^a
b ₄ : 1:30	19.55 ^a	1,340 ^a	0.12 ^a
A×B			
1. คะน้า+น้ำเปล่า (a ₁ b ₁)	11.64 ^h	492 ^c	0.05 ^c
2. คะน้า+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:10 (a ₁ b ₂)	14.15 ^f	916 ^c	0.08 ^{bc}
3. คะน้า+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:20 (a ₁ b ₃)	14.86 ^e	836 ^c	0.06 ^c
4. คะน้า+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:30 (a ₁ b ₄)	12.51 ^g	768 ^c	0.07 ^c
5. กวางตุ้ง+น้ำเปล่า (a ₂ b ₁)	27.32 ^a	1,864 ^a	0.12 ^{ab}
6. กวางตุ้ง+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:10 (a ₂ b ₂)	22.89 ^d	1,104 ^{bc}	0.12 ^{ab}
7. กวางตุ้ง+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:20 (a ₂ b ₃)	24.42 ^c	1,624 ^{ab}	0.15 ^a
8. กวางตุ้ง+ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร 1:30 (a ₂ b ₄)	26.59 ^b	1,912 ^a	0.16 ^a
F-Test	A	**	**
	B	*	**
	A×B	**	**
C.V. (%)		0.91	22.69

หมายเหตุ: * = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p=0.05)

** = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p=0.01)

ns = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาาระบบจ่ายน้ำสกัดมูลสุกรแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งหลังฤดูเก็บเกี่ยวการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะแรก คือ การออกแบบและพัฒนาาระบบจ่ายน้ำปุ๋ยมูลสุกรแบบแม่นยำด้วย

พลังงานแสงอาทิตย์ มีการทดสอบระบบการจ่ายน้ำปุ๋ยมูลสุกร โดยออกแบบให้อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และใช้ระบบน้ำแบบหยดในการให้ปุ๋ย โดยมีชุดอุปกรณ์วัดความชื้นจำนวน 2 ชุด ชุดอุปกรณ์ควบคุมวาล์วน้ำ จำนวน 8 ชุด พร้อมแผงโซลาร์เซลล์ที่ควบคุมระบบการทำงาน สามารถตั้งค่าความชื้นที่ต้องการผ่านสัญญาณ wifi ในระบบมี

ถือ และสามารถตรวจสอบสถานการณ์ทำงานของเครื่องได้ พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งาน เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้กับนักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจ แต่ข้อจำกัดของระบบนี้ คือ ยังส่งงานจากระยะไกลไม่ได้ ต้องทำบริเวณใกล้แปลงปลูกพืช สำหรับระยะที่สอง คือ การทดสอบประสิทธิภาพระบบการจ่ายน้ำ โดยการศึกษาผลของการจ่ายน้ำสัปดาห์ละครั้งแบบแม่นยำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักคะน้าและผักกวางตุ้ง ผลการทดลอง พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (35 วันหลังย้ายกล้า) ผักกวางตุ้งเจริญเติบโตได้เร็วกว่าผักคะน้า มีจำนวนใบเฉลี่ย/ต้น ความยาวใบเฉลี่ย เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 10.63 ใบ 19.67 เซนติเมตร 25.30 มิลลิเมตร 1,624 กิโลกรัม/ไร่ และ 0.14 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอัตราส่วนของปุ๋ยน้ำสัปดาห์ละครั้งที่เหมาะสม แยกออกเป็น 2 กรณี คือ ถ้าต้องการเร่งการเจริญเติบโตให้ใช้อัตราส่วน 1:20 เนื่องจากมีจำนวนใบ/ต้น (9.38 ใบ) และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย (19.64 มิลลิเมตร) มากที่สุด ส่วนความสูงเฉลี่ยของต้น ความกว้าง และความยาวใบเฉลี่ย มีแนวโน้มสูงที่สุด คือ 28.65 13.68 และ 19.16 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ถ้าต้องการเร่งผลผลิต พบว่า การใช้ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ละครั้งอัตราส่วน 1:30 มีความเหมาะสมที่สุด มีน้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1,340 กิโลกรัม/ไร่ และมีแนวโน้มให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.12 กรัม/ลิตร แต่ถ้าพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดพืช กับการให้ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ละครั้งอัตราส่วนต่าง ๆ กัน พบว่า สำหรับผักคะน้า อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:10 มีความสูงเฉลี่ยของต้น ความยาวใบเฉลี่ย น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 33.53 เซนติเมตร 18.85 เซนติเมตร 916 กิโลกรัม/ไร่ และ 0.08 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ ผักกวางตุ้งอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:30 มีความสูงเฉลี่ยของต้น จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 29.32 เซนติเมตร 11.67 ใบ 1,912 กิโลกรัมต่อไร่ และ 0.16 กรัม/ลิตร ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิม แชมเพชร. 2535. สรรพวิทยาการผลิตพืชไร่. เชียงใหม่:ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประสิทธิ์ กาบจันทร์. 2557. คู่มือการปลูกคะน้าอินทรีย์. เชียงใหม่: ฝ่ายนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่. ม.ป.ป. น้ำสัปดาห์ละครั้งการใช้มูลสัตว์เป็นปุ๋ยสำหรับพืชอย่างมีประสิทธิภาพ. (เอกสารเผยแพร่). กรุงเทพฯ: ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักส่งเสริมและเผยแพร่ กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พีระพันธุ์ สุทธิกุล. ม.ป.ป. การใช้น้ำสัปดาห์ละครั้งแทนการใช้ปุ๋ยเคมี. ค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2562, km.phrae.doae.go.th.
- ล้านบ้านกะสวน. 2562. วิธีการปลูกผักกวางตุ้งใบ. ค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2562, www.trgreen.co.th
- ลิลลี่ กาวีตะ มาลี ณ นคร และ ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2552. สรรพวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วารภรณ์ หมอนงาม. 2547. ผลของการใช้น้ำสัปดาห์ละครั้งเป็นปุ๋ยทางใบมันสำปะหลังต่อผลผลิตเปอร์เซ็นต์แป้งของหัวมันสำปะหลังและต่อคุณค่าทางอาหารของมันเส้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สยามเคมี.คอม. ม.ป.ป. ปุ๋ยเคมี หลักการซื้อ และใช้ปุ๋ยเคมี. ค้นเมื่อ 8 เมษายน 2561, <http://www.siamchemi.com>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศปี 2560. ค้นเมื่อ 9 มกราคม 2561, www.oae.go.th/download/impexp.oae.go.th/service/Thailandtradestat2560.pdf
- อุทัยวรรณ คันโธ. 2552. ผลของการใช้น้ำสัปดาห์ละครั้งเป็นแหล่งธาตุอาหารทางใบและทาง

ดินแกล้มันสำปะหลังต่อปริมาณธาตุอาหาร
ไนโบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และผลผลิตมัน
สำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 2006. Official Methods of Analysis of
AOAC International. 18th edition.
Gaithersburg, MD: The Association of
Analytical Chemists.

Kwon, Y. R., J. Kim, B. K. Ahn, and S.-B. Lee.
2010. Effect of liquid pig manure
and synthetic fertilizer on rice
growth, yield, and quality. Korean
Journal of Environmental Agriculture. 29(1), 54–60.