TETA-07

โรงเรือนปลูกพืชควบคุมและมอนิเตอร์อัตโนมัติผ่านระบบเครือข่าย

*พรรณวิภา อรุณจิตต์[1], นาวี โกรธกล้า[1] และ ปิจิราวุช เวียงจันดา[2]

[1] *บริษัท เอมเมจิน จำกัด 1594-8 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10260*

[2] *โรงเรียนนายเรือ 204 ถนนสุขุมวิท ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง, จังหวัดสมุทรปราการ, 10270*

ผู้เขียนติดต่อ: พรรณวิภา อรุณจิตต์ E-mail: panwipa.a@aimagin.com

บทคัดย่อ

การบริโภคผักปลอดสารพิษส่งผลดีทั้งสุขภาพและสภาพแวดล้อม เนื่องจากการปลูกผักปลอดสารพิษนั้นปลอดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม การผลิตผักปลอดสารพิษให้มีคุณภาพนั้น โรงเรือนเป็นปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ผลิตชุดควบคุมและมอนิเตอร์อัตโนมัติสำหรับติดตั้งในโรงเรือนเปิด เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกสบายและประหยัดเวลาในการผลิตผักปลอดสารพิษผ่านระบบเครือข่าย โรงเรือนเปิดที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัตินี้ใช้พลังงานจาก Solar cell เซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในโรงเรือนได้แก่ เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง, ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ, อุณหภูมิอากาศ และความชื้นดิน โดยข้อมูลเหล่านี้ถูกบันทึก ประมวลผล และสั่งงานผ่านระบบเครือข่าย ชุดควบคุมนี้สามารถควบคุมปัจจัยที่สำคัญสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชซึ่งได้แก่ น้ำและแสงอาทิตย์ ชุดควบคุมแสงจะประมวลผลและสั่งการพรางแสงอัตโนมัติ (ตามค่าที่กำหนดไว้) ชุดควบคุมปริมาณการให้น้ำกับพืชจะทำงานอัตโนมัติตามค่าที่ผู้ใช้กำหนดและในกรณีที่ความชื้นดินต่ำเกินไป งานวิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของโรงเรือนที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติ ด้วยการปลูกผักกาดหอม Lettuce 'Red Rapids' (Lactuca sativa) ในโรงเรือนเปิดที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติและสภาพกลางแจ้ง ได้ผลการทดลองดังนี้ การปลูกในโรงเรือนรักษาความชื้นวัสดุปลูกได้ดีกว่ากลางแจ้ง (ค่าเฉลี่ย19.12% และ 10.63% ตามลำดับ) ควบคุมอุณหภูมิวัสดุปลูกได้ต่ำกว่าภายนอกกลางแจ้ง (ค่าเฉลี่ย 33.14°C และ 36.6 °C ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต พบว่าผักที่ปลูกภายในโรงเรือนเปิดที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติมีอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งที่สูงกว่าสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด 282.6g และ 181.8g ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง 26g และ 11.8g ตามลำดับ สรุปโดยรวมแสดงให้เห็นว่า โรงเรือนเปิดที่ติดตั้งชุดควบคุมและมอนิเตอร์อัตโนมัติผ่านระบบเครือข่ายให้คุณภาพผลผลิตที่ดี อีกทั้งบุคคลทั่วไปสามารถใช้งานโรงเรือนได้ง่ายสะดวกสบายผ่านระบบเครือข่าย

คำสำคัญ: ผักปลอดสารพิษ; อัตโนมัติ; โรงเรือนเปิด; เอมเมจิน

1. บทนำ

ผักปลอดภัยจากสารพิษ หมายถึง ผลผลิตพืชผักที่ไม่มีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ หรือมีตกค้างอยู่ไม่เกินระดับมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ ผักปลอดภัยจากสารพิษเป็นผักมีคุณภาพ ไม่มีสารพิษตกค้าง ให้ความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ปลูกผักมีสุขภาพอนามัยดีขึ้นและลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากไม่มีการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และส่งผลถึงปริมาณการนำเข้าสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช หนึ่งในประโยชน์ที่สำคัญคือ ลดปริมาณสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่จะปนเปื้อนเข้าไปในอากาศและน้ำ ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและลดมลพิษของสิ่งแวดล้อมได้ทางหนึ่ง โดยการปลูกผักในโรงเรือนมุ้งตาข่ายสามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ในระดับหนึ่ง [1]

ในยุคแรกโรงเรือนมีวัตถุประสงค์ เพื่อปกป้องพืชจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่ไม่เหมาะสมในบางช่วงเวลา ต่อมามีการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับการปลูกพืชในโรงเรือนมากขึ้นทำให้เราสามารถใช้ประโยชน์โรงเรือนได้อีกหลายประการ ได้แก่ ประโยชน์ในด้านปกป้องพืชจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับ การเจริญเติบโตของพืช ประโยชน์ในด้านควบคุมหรือดัดแปลงปัจจัย ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตให้อยู่ในสรูปที่เหมาะสม และประโยชน์ในด้านขยายช่วงเวลาของการปลูกพืช [2]

TSAE

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืช จอห์นและโกไวด์จี กล่าวว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นกระบวนการทางกายภาพและเคมีภาพ ซึ่งพบในพืชและสาหร่ายสีเขียว และแบคทีเรียบางชนิดเท่านั้น กระบวนการนี้ใช้พลังงานแสงในการดำเนินการสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ที่จำเป็นต่อพืชผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงคือออกซิเจน และการลดลงของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ เนื่องจากถูกนำไปเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารจำพวกคาร์โบไฮเดรต สมการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีดังนี้ $6CO_2 + 12H_2O + \text{Light energy} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$ [3] เราจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่สำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ1) คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีไม่จำกัดในอากาศ 2) น้ำ และ 3) พลังงานแสง นำมาสู่ความสนใจในการจัดสภาพแวดล้อมให้พืชได้รับปัจจัยที่จำเป็นอย่างเหมาะสม นั่นคือ น้ำและพลังงานแสง ภายใต้การควบคุมของระบบอัตโนมัติซึ่งถูกติดตั้งในโรงเรือน

ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยตู้คอนโทรล ไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์ ดอนสัน กล่าวถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ว่าคือ ชิปอย่างหนึ่งทำหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่ง โครงสร้างภายในเป็นวงจรรวมขนาดใหญ่ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานควบคุมสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตได้สะดวกใช้งานง่าย สามารถทำงานได้โดยใช้ชิปเดียว มีคำสั่งที่สนับสนุนในการเขียนโปรแกรมควบคุมและสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ [4] เซนเซอร์ (sensor) เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์ โดยอาศัยหลักการทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดเซนเซอร์ สามารถกำเนิดให้สัญญาณที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของสิ่งที่ต้องการตรวจจับได้ โดยการแปลงสัญญาณทางด้านอินพุตซึ่งเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางด้านเอาต์พุตซึ่งเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้า เพื่อป้อนให้กับระบบหรือกระบวนการ แล้วนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป [5]

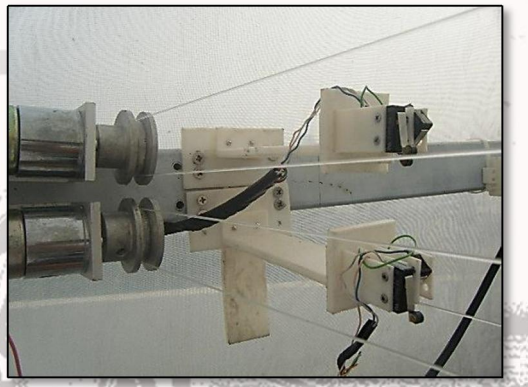
นอกเหนือจากงานวิจัยนี้จะสามารถควบคุมปริมาณน้ำและความเข้มแสงได้แล้ว ก็สามารถบันทึกข้อมูลอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสงและความชื้นดิน โดยทั้งหมดประมวลผลและบันทึกข้อมูลผ่านระบบคลาวด์ (Cloud Computing) อเล็กซ์และเจมส์กล่าวว่า ระบบคลาวด์คือบริการพื้นที่เก็บข้อมูลบนระบบเครือข่าย ถือว่าเป็นการรับส่งข้อมูลที่มีการจัดการที่ดีไม่ว่าจะเป็นข้อมูลสาธารณะ หรือระหว่างตัวบุคคล [6]

ในงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของโรงเรือนที่ติดตั้งระบบอัตโนมัติด้วยการปลูกผักกาดหอมพันธุ์ Red Rapid ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมปริมาณน้ำและความเข้มแสงสำหรับพืชที่ปลูกภายในโรงเรือน เพื่อสภาพแวดล้อมในการผลิตที่เหมาะสม นำมาซึ่งผลผลิตที่มีคุณภาพ และสะดวกในการจัดการดูแลการปลูกผักด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทดสอบประสิทธิภาพการผลิตผักอินทรีย์ในโรงเรือนเปิดขนาด 3x3 เมตร ซึ่งติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติ (รูปที่ 1) ได้แก่ ระบบควบคุมการให้น้ำแบบน้ำหยด ระบบควบคุมการพรางแสง(รูปที่ 3) ด้วยการประมวลผลจากความเข้มแสง (lux) ที่เซ็นเซอร์วัดได้ โดยใช้ความต้องการแสงของมะเขือเทศและผักกาดเป็นมาตรฐานในการเปิด-ปิดตาข่ายพรางแสง ตาข่ายพรางแสงที่ใช้ในโรงเรือนจะมี 2 แบบ ดังนี้ 1) ตาข่ายที่พรางแสงได้ 50% และ 2) ตาข่ายที่พรางแสงได้ 70% เพื่อพรางแสงได้ใกล้เคียงช่วงที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

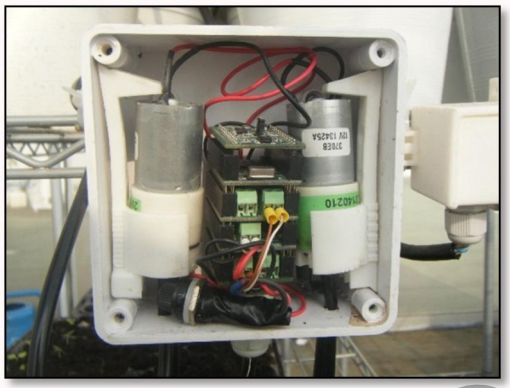
รูปที่ 1 โรงเรือนติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ



รูปที่ 2 ระบบพรางแสงอัตโนมัติในโรงเรือน

TSAE

รูปที่ 3 ตู้คอนโทรลระบบอัตโนมัติใช้พลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 4 ชุดควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ

ชุดควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ(รูปที่ 4) สามารถควบคุมผ่านระบบเครือข่าย ผู้ใช้สามารถตั้งเวลาการให้น้ำได้สูงสุด 2 ครั้งต่อวันและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการของผู้ใช้ และมีเซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน เพื่อรักษาระดับความชื้นดินในกรณีที่อากาศร้อนเกินไป จนทำให้ระดับความชื้นดินต่ำกว่าจุดวิกฤติที่เราตั้งค่าไว้ ระบบจะมีการให้น้ำอีกครั้งโดยอัตโนมัติ

โรงเรือนประกอบด้วยตู้ควบคุมระบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์(รูปที่ 3) ไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์บันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร ได้แก่ ความชื้นดิน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศและความเข้มแสง ระบบบันทึกข้อมูลทุก 2 นาทีและประมวลผลในการควบคุมระบบอัตโนมัติผ่านระบบคลาวด์ (Cloud Computing)ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลที่บันทึกได้ผ่านระบบเครือข่าย (รูปที่ 5)

	A	B	C	D
1	Timestamp	Node1_Temp	Node1_Humid	Node2_Temp
65	1/13/2015 17:24:03	42.69921	27.82031	40.45312
66	1/13/2015 17:26:31	42.3164	27.96874	39.92968
67	1/13/2015 17:28:19	41.94531	28.09765	40.33203
68	1/13/2015 17:30:36	41.62109	28.16796	39.38671
69	1/13/2015 17:32:31	41.30078	28.26562	38.41796
70	1/13/2015 17:34:20	40.99609	28.40624	38.27734
71	1/13/2015 17:36:23	40.77734	28.45703	36.58593
72	1/13/2015 17:38:18	40.53515	28.48046	36.30468
73	1/13/2015 17:40:20	40.33203	28.52343	35.51953
74	1/13/2015 17:42:32	40.10937	28.5039	34.85156
75	1/13/2015 17:44:26	39.91796	28.57031	34.46874

รูปที่ 5 ข้อมูลที่บันทึกไว้ในระบบคลาวด์

พืชที่ปลูกเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการผลิตผักของโรงเรือน คือ ผักกาด 'Red Rapid' lettuce (*Lactuca sativa*) ที่สภาพในโรงเรือนเปิดที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติเปรียบเทียบกับสภาพกลางแจ้ง

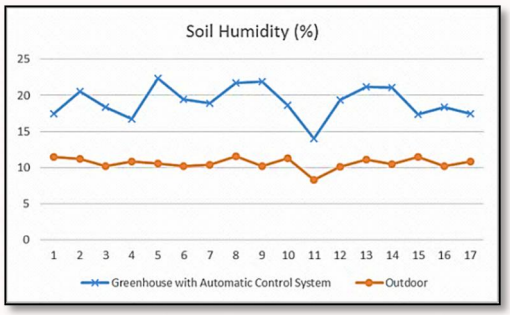
วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) ทดลองทั้งหมด 20 ซ้ำ โดยทั้งสองสภาพได้รับน้ำ ปุ๋ยอินทรีย์ และสารชีวภาพ รวมถึงการดูแลรักษาที่เหมือนกัน ระยะเวลาดำเนินการ ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ข้อมูลที่บันทึกได้แก่

1. อุณหภูมิดิน (°C) ทุก 3 วัน ช่วงเวลา 12.00–13.00 น.
2. ความชื้นดิน (%) ทุก 3 วัน ช่วงเวลา 12.00–13.00 น.
3. จำนวนใบจริง ทุกสัปดาห์
4. ความสูงและความกว้างทรงพุ่ม (cm) ทุกสัปดาห์
5. น้ำหนักสดและแห้ง (g) เมื่อเก็บเกี่ยว (50 วันหลังย้ายกล้า)

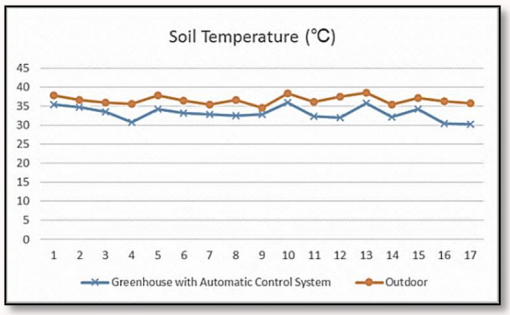
3. ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของโรงเรือนที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติ ด้วยการปลูกผักกาดหอม Lettuce 'Red Rapids' (*Lactuca sativa*) เปรียบเทียบอุณหภูมิดิน ความชื้นดิน และผลผลิตได้แก่ จำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ในโรงเรือนเปิดที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติและสภาพกลางแจ้ง พบว่า การปลูกในโรงเรือนรักษาความชื้นวัสดุปลูกได้ดีกว่ากลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 6) ค่าเฉลี่ย 19.12% และ 10.63% ตามลำดับ การปลูกในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิวัสดุปลูกได้ต่ำกว่าภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 7) ค่าเฉลี่ย 33.14°C และ 36.6°C ตามลำดับ

TSAE

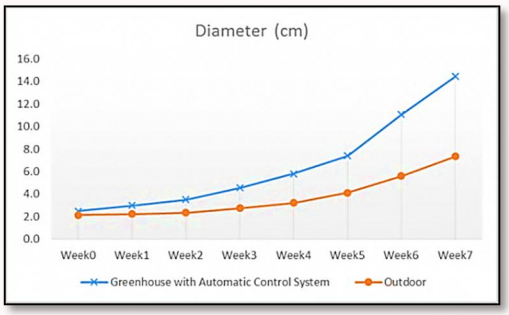


รูปที่ 6 กราฟเส้นแสดงความแตกต่างของความชื้นดินภายในและภายนอกโรงเรือนทุก 3 วัน

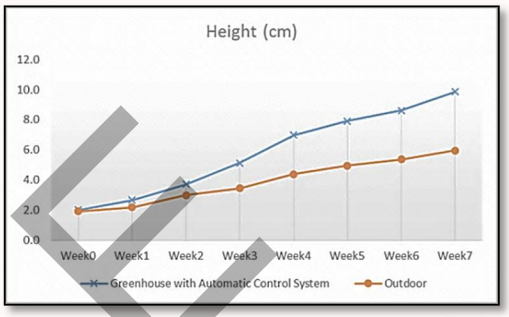


รูปที่ 7 กราฟเส้นแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิดินภายในและภายนอกโรงเรือนทุก 3 วัน

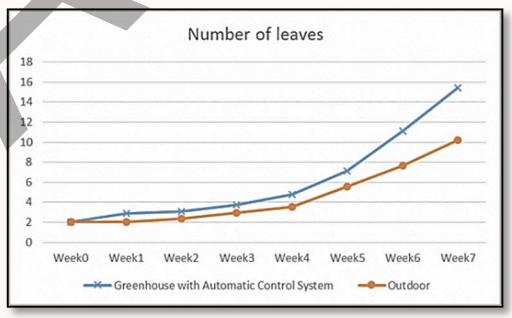
ผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้โรงเรือนที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติมีค่าเฉลี่ยจำนวนใบ ความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่มมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 8, 9 และ 10) ค่าเฉลี่ยจำนวนใบของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 15.45 และ 10.2 ใบ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 9.87 และ 5.97 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 14.44 และ 7.34 เซนติเมตร ตามลำดับผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้โรงเรือนที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติมีค่าเฉลี่ยจำนวนใบ ความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่มมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 8, 9 และ 10) ค่าเฉลี่ยจำนวนใบของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 15.45 และ 10.2 ใบ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 9.87 และ 5.97 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 14.44 และ 7.34 เซนติเมตร ตามลำดับ



รูปที่ 8 กราฟเส้นแสดงความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มผักกาด (cm) ภายในและภายนอกโรงเรือนทุกสัปดาห์



รูปที่ 9 กราฟเส้นแสดงความแตกต่างของความสูงลำ



รูปที่ 10 กราฟเส้นแสดงความแตกต่างของจำนวนใบผักกาดภายในและภายนอกโรงเรือนทุกสัปดาห์

ผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้โรงเรือนที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 282.6 กรัม และ 181.8 กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนและสภาพกลางแจ้งคือ 26 และ 11.8 กรัม ตามลำดับ

TSAE

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การผลิตผักกาดหอมในโรงเรือนเปิดที่ติดตั้งชุดควบคุมอัตโนมัติช่วยรักษาความชื้นดิน และลดอุณหภูมิดินได้ดีกว่าสภาพกลางแจ้ง รวมไปถึงจำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งที่มากกว่าสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ สุทธิจิตต์และคณะ ได้ศึกษาการผลิตผักสลัดปลอดสารพิษ พบว่าผักสลัด (Green Wave) ที่ปลูกภายในโรงเรือนมีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มมากกว่าภายนอกโรงเรือน รวมถึงมีอัตราการรอด 80-90% [7] ผลการทดลองนี้สะท้อนให้เห็นได้ว่า โรงเรือนที่ติดตั้งระบบควบคุมการให้น้ำและพรางแสงอัตโนมัติส่งผลดีกับการผลิตผักปลอดสารพิษ อีกทั้งยังใช้งานง่ายและสะดวกในการดูแลจัดการควบคุมการผลิตผักปลอดสารพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับบุคคลที่มีความสนใจตั้งแต่ระดับเริ่มต้นไปจนถึงระดับนักวิชาการ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสมองกลฝังตัวแบบกราฟิกสำหรับภาคการเกษตร ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ต้องขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยตลอดระยะเวลาดำเนินการ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กองเกษตรสัมพันธ์ (ม.ป.ป.). การปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.eto.-ku.ac.th/neweto/ebook/plant/herb_gar/save_veg.pdf, เข้าดูเมื่อวันที่ 15/01/2558.

[2] ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ (2550). การปลูกผักในโรงเรือน, กรุงเทพฯ: โครงการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว.

[3] Whitmarsh, John. and Govindgee. (n.d.). *THE PHOTOSYNTHETIC PROCESS*, URL: http://www.life.-illinoisedu/govindjee/paper/gov.html#10, access on 16/01/2015.

[4] ดอนสัน ปงผาบ (2549). ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน, พิมพ์ครั้งที่1, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[5] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (ม.ป.ป.: อ้างจาก นวภัทรา และ ทวีพล 2555). เซ็นเซอร์, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4340/sensors%20, เข้าดูเมื่อวันที่ 10/12/2557.

[6] Huth Alex. and Cebula Jame. (2011). *The Basics of Cloud Computing*, URL: https://www.us-cert. gov/-sites/default/files/publications/CloudComputingHuthCebula.pdf, access on 01/12/2014.

[7] สุทธิจิตต์ เชิงทอง, สุชาติ เชิงทอง และ ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันดร์ (2552). *การผลิตผักสลัดปลอดภัย จากสารพิษ*, รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

TSAE