การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

นายมานิต สิงห์โคตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2563

Development of Growing Media Block Machines and Growing Media Block

Mr. Manit Singkot

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

ชื่อและนามสกุล นายมานิต สิงห์โคตร

แขนงวิชา การจัดการการเกษตร

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุณฑริกา นันทา

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน 2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุณฑริกา นันทา)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพศักดิ์ บุณยรัตพันธุ์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป
ผู้วิจัย นายมานิต สิงห์โคตร **รหัสนักศึกษา** 2589001284
ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุณฑริกา นันทา
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 2) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 3) สมบัติทางกายภาพและเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป และ 4) ผลของสูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นหอม

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง แบ่งเป็น 2 การทดลอง 1) การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป และทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ทำการทดสอบซ้ำ จำนวน 3 ครั้ง เก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการอัดก้อนและอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 2) การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปใช้หอมแดงเป็นพืชทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ก้อนปลูกพืชการค้า สูตรที่ 2 ถ่านชีวภาพ:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ปุ๋ยคอก 1:2:1:1 สูตรที่ 3 โคโค่พีช:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:และปุ๋ยคอก 1:2:1:1 และสูตรที่ 4 ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ปุ๋ยหมักฟางข้าว:ปุ๋ยมูลไส้เดือน 2:1:1:1 สูตรละ 7 ซ้ำ เก็บข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป และการเจริญเติบโตของหอมแดง วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ผลการวิจัยพบว่า 1) เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปเป็นเครื่องกดอัดระบบกึ่งอัตโนมัตินิวเมติก ลักษะการสร้างเป็นรูปตัว C ความแข็งแรงยืดหยุ่นตามมาตรฐานโครงสร้าง โดยใช้ระบบไฟฟ้าในการควบคุม 220 โวลล์ และมีแม่พิมพ์ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือแม่พิมพ์ตัวบนกับตัวล่าง 2) ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป สามารถผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปต่อเนื่องได้ตลอด 8 ชั่วโมงต่อวัน ความเร็วในการผลิตก้อนปลูกพืช 2 นาทีต่อก้อน กำลังการผลิต 240 ก้อนต่อวัน และค่าไฟฟ้าวันละ 121.6 บาท 3) สมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 4 มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด เท่ากับ 36.8 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p<0.05$) และความหนาแน่นของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีค่ามีความหนาแน่นต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p\geq0.05$) ส่วนสมบัติทางเคมีของก้อนปลูกสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีการนำไฟฟ้ามากที่สุด 6.47 dS/cm ค่า pH 5.87 สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน อินทรีย์คาร์บอน อินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด เท่ากับ 1.90%, 6.64%, 26.4 %, 45.60%, 0.81% และ 2.32% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p<0.05$) และ 4) การเจริญเติบโตของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียมหอมแดง ความยาวใบ ความยาวราก เส้นผ่านศูนย์กลางหัวหอม และน้ำหนักสดต้นและรากมากที่สุด เท่ากับ 1.75 เซนติเมตร 29.0 เซนติเมตร 9.5 เซนติเมตร 4.3 เซนติเมตร และ 45 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ($p<0.05$)

คำสำคัญ เครื่องอัดก้อนปลูก ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป หอมแดง

Thesis title: Development of a Growing Media Block Machine and Growing Media Blocks
Researcher: Mr. Manit Singkot **ID:** 2589001284;
Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resource Management);
Advisors: (1) Dr.Parichart Dittakit, Assistant Professor;
(2) Dr.Buntarika Nuntha, Assistant Professor; **Academic year:** 2020

Abstract

The objectives of this research were to study 1) the design and development of the growing media block machine, 2) to test the performance of the growing media block machine, 3) the physical and chemical properties of the growing media block, and 4) the effect of growing media block on growth and yield of shallot.

This research included two experiments: 1) Design and development of the growing media block machine and test the efficiency of the growing media block machine. Repeat the test 3 times, collecting data on briquette time and electric power consumption. 2) Development of growing media block. Shallots used as experimental plants. The experimental was a completely randomized design with 7 replicated. This experiment consisted of 4 treatments. Treatment 1 was a commercial media block. Treatment 2 was biochar: coconut coir: rice husk charcoal: farmyard manure (1:2:1:1). Treatment 3 was coco peat: coconut coir: rice husk charcoal: farmyard manure (1:2:1:1). Treatment 4 was coconut coir: rice husk charcoal: rice straw compost: vermicomposting produced (2:1:1:1). Collected data physical and chemical of the Growing Media Block and the growth of shallots. Analysis of variance (ANOVA) and comparing the difference in the statistical mean by Duncan's new multiple rang test method at 0.05 confidence level.

The results were as follows: 1) the growing media block press was a semi-automatic pneumatic compactor. The construction is C-shaped. The strength is flexible according to the structural standards. It was controlled with a 220-volt electrical system. The mold consists of upper and lower sections. 2) Performance of the growing media block machine. Able to produce growing media block continuously for 8 hours per day. The production speed of the growing media block was 2 minutes, the capacity is 240 growing media blocks per day, and the electricity spend cost is 121.6 baht per day. 3) The physical properties of treatment 4 had the highest levels of water holding capacity, equal to 36.8%. The difference was statistically significant with the other treatments ($p<0.05$), and the density was lowest of treatment 1. However, it was not significantly different from other treatments ($p\geq0.05$). The highest chemical properties of treatment 1 were electrical conductivity 6.47 dS/cm, pH 5.87, carbon to nitrogen ratio. Treatment 1 was the highest levels of organic carbon, organic matter, nitrogen, phosphorus, and potassium (1.90%, 6.64%, 26.4 %, 45.60%, 0.81%, and 2.32%, respectively). These values were significantly different from the other treatments ($p<0.05$). The highest shallot growth parameters were recorded in treatment 3, with the highest shallot tunic diameter, leaf length, root length, bulb diameter, and fresh weight of bulb and root was 1.75 cm, 29.0 cm, 9.5 cm, 4.3 cm, and 45 g, which was significantly different from other treatments ($p<0.05$).

Keywords: Growing media machine Growing media block Shallot

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริชาติ ดิษฐกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อย สมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ และครอบครัวที่เป็นกำลังแรงใจและแรงกายคอยช่วยเหลือเป็นกำลังใจที่ยิ่งใหญ่

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ทุกท่านได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

มานิต สิงห์โคตร

กุมภาพันธ์ 2564

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 2
กรอบแนวคิดการวิจัย 2
นิยามศัพท์เฉพาะ 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4
เครื่องอัดก้อนปลูกพืช 4
วัสดุที่ใช้ในการผสมก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 7
สมบัติของก้อนปลูกสำเร็จรูปและอัตราส่วนผสมของก้อนปลูกสำเร็จรูปที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช 11
ลักษณะของหอมแดงและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอมแดง 13
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย 16
การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 16
การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 24
บทที่ 4 ผลการวิจัย 33
การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 33
การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 41
ผลและวิจารณ์การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 58

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 59
สรุปผลการวิจัย 59
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 62
บรรณานุกรม 63
ประวัติผู้วิจัย 68

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 รายการอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป 18
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 34
ตารางที่ 4.2 อัตราการผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 38
ตารางที่ 4.3 อัตราการซึมผ่านของน้ำ 39
ตารางที่ 4.4 อัตราการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า 39
ตารางที่ 4.5 การทดสอบความหนาแน่นรวม 40
ตารางที่ 4.6 สมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 42
ตารางที่ 4.7 สมบัติทางเคมีก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนปลูก 44
ตารางที่ 4.8 สมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังเก็บผลผลิต 48
ตารางที่ 4.8.1 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 14 วันหลังปลูก 50
ตารางที่ 4.8.2 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 28 วันหลังปลูก 52
ตารางที่ 4.8.3 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 42 วันหลังปลูก 53
ตารางที่ 4.8.4 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 60 วันหลังปลูก 55
ตารางที่ 4.9 ผลผลิตของหอมแดง 56

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของหอมแดง 14
ภาพที่ 3.1 แบบโครงสร้างและแม่พิมพ์ 22
ภาพที่ 3.2 การประกอบอุปกรณ์เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 23
ภาพที่ 3.3 ระบบควบคุมกระบอกสูบนิวเมติก 24
ภาพที่ 3.4 วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบทำความร้อน 24
ภาพที่ 3.5 อัตราส่วนผสมก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 28
ภาพที่ 3.6 เครื่องผสมก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 29
ภาพที่ 3.7 หอมแดง 29
ภาพที่ 3.8 โรงเรือนปลูกพืชทดลอง 30
ภาพที่ 3.9 ตำแหน่งการวางก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป (CRD) 31
ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 36
ภาพที่ 4.2 เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป 37
ภาพที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์เคมีก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนปลูก 45
ภาพที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์เคมีก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังเก็บผลผลิต 47
ภาพที่ 4.5 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง 48
ภาพที่ 4.6 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง 49
ภาพที่ 4.7.1 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 14 วัน 51
ภาพที่ 4.7.2 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 28 วัน 53
ภาพที่ 4.7.3 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 42 วัน 54
ภาพที่ 4.7.4 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 60 วัน 56
ภาพที่ 4.7.5 ผลผลิตของหอมแดงหลังเก็บเกี่ยว 57

บทที่ 1
บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พื้นที่ในการทำการเกษตรในปัจจุบันมีอย่างจำกัด เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เมืองเพิ่มมากขึ้นจึงมีการพัฒนาการเกษตรในเมือง เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจของคนเมืองที่มีพื้นที่น้อยมีแค่ที่อยู่อาศัยไม่มีพื้นที่ว่างสำหรับการปลูกพืช เช่น ผู้ที่อยู่อาศัยตามบ้านเช่า ห้องเช่า คอนโดอยู่ในชุมชนแออัด แต่ทว่าคนกลุ่มนี้ได้มีแนวคิดที่จะน้อมนำพระราชดำริในสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในหลวงรัชกาลที่ 9 เรื่องเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการดำรงชีพ จึงมีการปลูกผักบริโภคเองและปลูกขายโดยใช้พื้นที่ที่จำกัด ซึ่งเป็นการปลูกพืชปลอดภัยหรือปลูกพืชอินทรีย์กัน เนื่องจากต้องการบริโภคพืชที่ปลอดภัยและดีต่อสุขภาพ

คนเมืองมีความต้องการความสะดวกในการปลูกพืช และการเข้าถึงวัสดุอุปกรณ์ทางการเกษตรน้อย ทำให้ต้องเลือกซื้อวัสดุปลูกและอุปกรณ์สำเร็จรูปที่หาได้ง่ายตามร้านขายต้นไม้ทั่วไป เช่น ดินถุง กระถางพลาสติก และถุงปลูกพลาสติก เป็นต้น ซึ่งจะพบปัญหาจากการปลูกพืชที่ไม่ค่อยได้ผลผลิตมากนัก เนื่องจากดินถุงบางสูตรมีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสม ทำให้การเจริญเติบโตของพืชไม่ดี และวัสดุที่เป็นพลาสติกที่ใช้แล้วจะเป็นขยะพลาสติกที่ย่อยสลายช้าก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิธีการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบดิบ แกลบดำ ขุยมะพร้าว ใยมะพร้าว ฟางข้าว และเศษใบไม้ เป็นต้น สามารถนำมาผสมเป็นสูตรวัสดุปลูกที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ใช้ทดแทนดินปลูกหรือเรียกว่าการปลูกพืชไร้ดิน ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภคผลผลิตพืช ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ของปลูกพืช จึงนำมาสู่การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชและการก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2.3 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2.4 เพื่อศึกษาผลของสูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นหอม

3.กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกสำเร็จรูปมีกรอบแนวคิดการวิจัยดังนี้

การออกแบบและการสร้างเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ประกอบด้วย แม่พิมพ์ ชุดความร้อน ระบบควบคุมเวลาในการอัด ระบบการป้อนวัตถุดิบ ระบบควบคุมการทำงานของนิวเมติว ไฟฟ้า และระบบควบคุมฉุกเฉิน

⇩

ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปดังนี้ ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปต่อ 1 ก้อน อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และระยะเวลาในการทำงานของเครื่องกี่ชั่วโมงต่อ 1 วัน

⇩

การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกบางประการ ได้แก่ ความหนาแน่นรวม และการอุ้มน้ำ

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ได้แก่ ความเป็น กรด – ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

⇨

การเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแดง

การทดลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแดง ได้แก่ ความสูงต้น ความโตต้นเทียม ความยาวใบ ความจำนวนใบ ความยาวราก เส้นผ่านศูนย์กลางหัวหอม และน้ำหนักสดหอมแดง

⇩

เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

4.นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้การอัดวัสดุให้เป็นก้อนด้วยแรงดันสูงและออกแบบแม่พิมพ์อัดก้อนในรูปทรงกระบอกที่ใช้สำหรับปลูกพืช

4.2 ก้อนปลูกสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป หมายถึง ก้อนปลูกสำเร็จรูปพืชที่มีส่วนผสมของวัสดุจากธรรมชาติ เช่น ใยมะพร้าว ขุยมะพร้าว แกลบฟางข้าว ขี้เลื่อย และปุ๋ยคอก เป็นต้น นำมาอัดขึ้นรูปเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแรงดันสูง

4.3 แรงดัน หมายถึง แรงลมที่อยู่ในกระบอกสูบ เพื่อดันก้านสูบพาแม่พิมพ์ตัวลงไปลงไปอัดกับแม่พิมฑ์ตัวล่าง

5.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ใช้ทดแทนแรงงานคนในการผลิตก้อนปลูกสำเร็จรูป

5.2 ใช้ปลูกทดแทนนกระถางพลาสติด ในพื้นที่ที่จำกัดได้เช่นตึกแถว คอนโดมีเนียมทาวเฮ้าส์และบ้านจัดสรรที่มีพื้นที่ขนาดเล็กได้

5.3 ใช้วัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร ตัวอย่างเช่น ฟางข้าว โดยปกติชาวนาจะเผาฟางข้าวเพื่อเตรียมแปลงเพาะปลูกในฤดูกาลถัดไปผู้วิจัยได้นำมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้ฟางข้าวโดยลดการเผาฟางข้าวที่ทำให้เกิดมลภาวะต่ออากาศได้

5.4 ใช้ทดแทนดินปลูกหรือเรียกว่าการปลูกพืชไร้ดิน โดยคุณสมบัติของก้อนปลูกสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป มีธาตุอาหารครบถ้วน มีขนาดเล็ก ราคาถูก ใช้งานได้สะดวกโดยไม่ต้องมีกระถางรองรับ

5.5 ทำเป็นรูปแบบของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปทางการค้าและเชิงพานิช

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเชิงการทดลองเรื่องการพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากสื่อตีพิมพ์นิตยสารสื่อทางอินเตอร์เน็ตและทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ หลายฉบับเพื่อนำมาพัฒนาและต่อยอด ปรับปรุงคุณภาพของก้อนปลูกสำเร็จรูปให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่จำกัดในการปลูก เช่น คอนโด บ้านจัดสรรขนาดเล็ก ทาวเฮ้าส์ตลอดจนทำการเกษตรภายในครัวเรือน เพื่อความสะดวกสบายในการปลูกเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนข้อมูลที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษามีดังนี้

1. เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป
2. วัสดุที่ใช้ในการผสมก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป
3. สมบัติของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช
4. ลักษณะของหอมแดงและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอมแดง

1.เครื่องอัดก้อนปลูกพืช

ในการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปแต่ละชนิดในการอัดจะมีส่วนประกอบหลัก ๆ ที่คล้ายคลึงกันโดยการออกแบบจะเน้นสมรรถนะหรือความแข็งแรง รูปร่าง และประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่อง โดยมีส่วนประกอบหลักในการทำงานคือ

1.1 โครงสร้าง การออกแบบและการสร้างเครื่องอัดมักจะสร้างมาเพื่อเป็นต้นแบบขนาดกระทัดรัดเคลื่อนย้ายได้ง่าย โดยส่วนมากจะนิยมใช้เหล็กมาสร้างเป็นโครงสร้างซึ่งมีราคาถูกกว่าสแตนเลส แต่ยังมีผลงานของนักวิจัยบางท่านที่ใช้สแตนเลส ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของแต่ละเครื่องอัด ส่วนมากมักจะสร้างโครงสร้างจากเหล็กทั้งหมด ยกเว้นในบางส่วนซึ่ง เช่น แม่พิมพ์ จะสร้างด้วยอลูมิเนียม สแตนเลส ทองเหลือ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่แผ่กระจายความร้อนได้ดี

สมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์ และธมยันตี ประยูรพันธ์ (2552) ได้ศึกษาและสร้างเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมาก ตัวเครื่องมีโครงสร้างทำจากสเตนเลส ระบบส่งกำลังในการอัดขึ้นรูปใช้ระบบนิวเมติกส์โดยมีเครื่องปั๊มลม

บัณฑิต จิจำนงค์ (2563) ได้ทำการออกแบบเครื่องต้นแบบผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ทดแทนกาบมะพร้าว โดยเครื่องต้นแบบมีขนาด 0.5x1.4x1 เมตร (กว้างxยาวxสูง) ส่วนของช่องอัดวัสดุปลูกกล้วยไม้มีขนาด 22x36x20 เซนติเมร.

ฉัตรชัย เอี่ยมสิน (2562) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องตัดและอัดหมี่กรอบด้วยระบบนิวแมติกส์ เพื่อให้ได้หมี่กรอบแท่งสี่เหลี่ยมขนาด 25x55x15 ลูกบาศก์มิลลิเมตร โครงสร้างของเครื่องทำ ด้วยวัสดุสแตนเลส ถาดเขียงบรรจุหมี่กรอบหนา 20 มิลลิเมตร

นงลักษณ์ แก้งคำ และคณะ (2562) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์จากวัสดุในชุมชนได้ศึกษาและทำทดลองวิจัยเครื่องอัดเม็ดดังนี้ เครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์จากวัสดุในชุมชนขนาด 60 x 35 x 89 เซนติเมตร

1.2 ระบบอัดส่งกำลัง ใช้ระบการอัดขึ้นรูปมีหลายชนิดที่นิยมใช้งานกัน เช่น ระบบไฮดรอลิด ระบบนิวเมติก ระบบก้านโยก ระบบแม่แรง ระบบเกลียวหมุน ซึ่งคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละชนิดก็แตกต่างกันออกไป รวมทั้งการใช้ระบบมาควบคุมการทำงานขึ้นอยู่กับต้นกำลังการเลือกใช้

บัณฑิต จิตรจำนงค์ (2563) ใช้ระบบไฮดรอลิคควบคุมการทางานด้วยวาล์วไฟฟ้าแบบกึ่งอัตโนมัติอัดก้อนปลูกสำเร็จรูปที่แรงดัน 10 เมกะปาสคาล

นงลักษณ์ แก้งคำ (2562) ใช้กระบอกสูบนิวแมติกส์ใช้ความดันลม 6 บาร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ 63 มิลลิเมตร ระยะชัก 125 มิลลิเมตร

ฉัตรชัย เอี่ยมพรสิน (2559) ใช้กระบอกสูบนิวแมติกส์ใช้ความดันลม 6 บาร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของลูกสูบ 63 มิลลิเมตร ระยะชัก 125 มิลลิเมตร

นายพุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ (2557) ในกระบวนการขึ้นรูปวัสดุปลูกจะใช้เครื่องอัดไฮดรอลิกชึ้นงานเครื่องจักรกลมาทดสอบประยุกต์ใช้เบื้องต้น โดยได้ทำการสร้างบล็อกโมลสำหรับอัดขึ้นรูปวัสดุหั่นย่อยสำหรับปลูกกล้วยไม้ บล็อกโมลขึ้นรูปมีขนาด 24x32X8 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ใช้แรงอัดประมาณ 10 เมกะปาสคาลสำหรับการอัดขึ้นรูปก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้

1.3 แม่พิมพ์ วัสดุที่นำมาสร้างแม่พิมพ์จะแตกต่างกันออกไป ที่นิยมใช้กันมากคือ วัสดุอลูมิเนียม ซึ่งมีคุณสมบัติกระจายความร้อนได้ดี แม่พิมพ์ที่ทำมาจากเหล็ก ซึ่งมีราคาถูกนิยมใช้ในการสร้างเป็นต้นแบบ และแม่พิมพ์ที่ทำมาจากสแตนเลส มีราคาสูง นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม เพราะมีความแข็งแรงทนทาน ไม่เป็นสนิมอายุงานใช้ได้นาน ทั้งนี้วัสดุในการนำการสร้างแม่พิมพ์ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและต้นทุนในการสร้างของแต่ละเครื่องซึ่งผู้วิจัยจะคำนวนหาต้นทุนหาผลคุ้มในทางการค้าและพานิช

1.4 ระบบการควบคุมและหลักการทำงาน การควบคุมการทำงานของเครื่องมือกดอัดขึ้นรูปวัสดุต่างๆมีหลายวิธีการที่นำมาใช้ เช่น ใช้ระบบมือโยกก้าน ใช้ระบบโซลินอยด์ไฟฟ้าควบคุมลม ใช้ระบบ PLC หรือระบบวาล์วโดยตรง ซึ่งขึ้นอยู่ความสะดวก ต้นทุน และอุปกรณ์แต่ละชนิดที่จะนำมาใช้งานซึ่งหน้าที่หลักคือควบคุมการทำงานของเครื่องอัด

นายบัณฑิต จิตรจำนงค์ (2563) ได้ผลิตเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ควบคุมวาล์วไฟฟ้าเพื่อให้เครื่องต้นแบบใช้งานได้สะดวกขึ้นโดยใช้ Programmable Logic Controller (PLC) เป็นตัวควบคุมสั่งเปิด ปิดวาล์ว โดยใช้สัญญาณจากปุ่มควบคุม และ เซนเซอร์ Proximity sensor ชุดวาล์วไฟฟ้ามี วาล์วระบายแรงดัน Relief valve การใช้ PLC ควบคุมการทำงานของเครื่องมือผลิตวัสดุปลูกกล้วยไม้ เพื่อความสะดวกในการทำงานโดยการกดปุ่ม Start Auto ครั้งเดียวเครื่องจะทำการอัดวัสดุปลูกกล้วยไม้จนเสร็จ

ฉัตรชัย เอี่ยมพรสิน (2559) วงจรควบคุมบังคับการทำงานของลูกสูบแบบ double acting cylinder วาล์ว เป็น main valve 5/2 เพื่อให้ลมจ่ายจากถังลมไหลเข้าลูกสูบโดยตรงวาล์วควบคุมแบบ 3/2 normally open valve เมื่อกดวาล์วลูกสูบจะเคลื่อนที่ลงทำ ให้มีดตัดกดลงบนถาดเขียง และเมื่อกดวาล์วอีกตัวจะทำ ให้ใบมีดตัดชักขึ้น

นธีทร ม่วงเอี่ยม และคณะ (2564) สร้างเครื่องอัดภาชนะใบตองหลังการอัดร้อนขึ้นรูป ใช้แรงอัดจากระบบไฮดรอลิกที่มีคันโยกสองตัวเป็นตัวควบคุมการขึ้นและลงของแม่พิมพ์ตัว บนให้เคลื่อนมาประกบกับแม่พิมพ์ตัวล่างซึ่งถูกยึดอยู่กับแท่น แม่พิมพ์ทั้งสองจะมีฮีตเตอร์ขนาด 130 วัตต์ เป็นแหล่งให้ความร้อนด้านละ 2 แท่ง โดยใช้ความร้อน 90°C ในการอัดขึ้นรูป

สมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์ และธมยันตี ประยูรพันธ์ (2552) สร้างเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากเครื่องควบคุมการทำงานด้วย PLC ควบคุมความร้อนแม่พิมพ์จากเครื่องควบคุมอุณหภูมิหน้าตู้ควบคุม ขนาดฮีตเตอร์ของแม่พิมพ์บน 900 วัตต์ ขนาดฮีตเตอร์แม่พิมพ์ล่าง 1100 วัตต์ ระบบส่งกำลังในการอัดขึ้นรูปใช้ระบบนิวเมติกส์โดยมีเครื่องปั๊มลม ทำหน้าที่ผลิต

ลมอัด ส่งผ่านไปที่ตัวกรองลมดักน้ำและปรับแรงลม ก่อนส่งลมอัดไปที่กระบอกสูบ ลักษณะของกระบอกสูบเป็นแบบกลมสี่เสารั้งควบคุมการขึ้นลงของกระบอกสูบด้วยวาล์วควบคุมทิศทางหรือโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/2 ทาง ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ควบคุมการทำงานของวาล์วด้วยการกดปุ่ม

2.วัสดุที่ใช้ในการผสมก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

วัสดุเหล่านี้จัดเป็นวัสดุธรรมชาติหาได้ง่ายในท้องถิ่นมีราคาถูกแต่ข้อจำกัด คือมีคสมบัติเคมีและธาตุอาหารไม่ครบ มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำและระบายอากาศที่ยังไม่สมดุลกันภายในวัสดุตัวเดียวกัน เช่น ขุยมะพร้าวเมื่อให้น้ำมากเกินไปจะอุ้มน้ำจนชุ่มและขาดอากาศ ในขณะที่แกลบเพียงอย่างเดียวจะไม่อุ้มน้ำจะแห้งเกินไปสำหรับรากพืช ฟางข้าวย่อยสลายยาก มีค่า C/N ration สูง เป็นต้น ในการเลือกใช้วัสดุเหล่านี้ จึงจำเป็นต้องมีการผสมกับวัสดุอื่น ๆ เพื่อให้ได้ธาตุอาหารเหมาะสำหรับการปลูกพืช ซึ่งวัสดุที่เป็นอินทรีย์สารที่นิยมใช้กันมีดังนี้

2.1 แกลบดำ คือ เปลือกข้าวหรือแกลบที่ถูกเผาไหม้เป็นถ่าน มีน้ำหนักเบา มีความพรุนมาก อุ้มน้ำ มีแร่ธาตุซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช คือสารประกอบซิลิก้าอยู่ถึง 95% ใช้ปรับปรุงสภาพทางกายภาพดิน เช่น การระบายอากาศ การซาบซึมน้ำ การอุ้มน้ำ ทำให้ดินเหนียวเมื่อแห้งไม่แตกระแหงช่วยลดความเป็นกรดของดิน เพิ่มอุณหภูมิดิน กระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ดิน ไม่มีเชื้อโรค มีความพรุนมาก น้ำหนักเบา มีพื้นที่ผิวมาก มีคุณสมบัติดูดซับความชื้น และสารเคมีได้ดี

นายวิเชียร ชาลี (2560) องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าแกลบดำจะมีซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) ประมาณร้อยละ 80 – 90 ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก ลักษณะทางกายภาพของเถ้าแกลบมีขนาดและรูปร่างของอนุภาคไม่แน่นอน เป็นเหลี่ยมมุม มีผิวขรุขระ และมีความพรุนสูง อนุภาคมีรูโพรงอยู่ภายใน

2.2 ปุ๋ยคอก ประกอบด้วยส่วนที่เป็นมูลปัสสาวะและวัสดุรองพื้น ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอก จึงมีปริมาณแตกต่างกันไปตามพื้นที่ที่เลี้ยงสัตว์ ส่วนใหญ่เป็นของแข็งประกอบไปด้วยเศษของพืชและมูลสัตว์ มีองค์ประกอบที่สามารถใช้เป็นธาตุอาหารที่สมบูรณ์เพิ่มธาตุอาหาร ปรับปรุงดินและช่วยกำจัดมลภาวะให้แก่สิ่งแวดล้อม ซึ่งปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก (มูลโค)

หฤษฎี ภัทรดิลก อัจฉรา จิตตลดากร และสายชล พรมีอยู่ (2559) กล่าวว่า ปุ๋ยคอกส่วนใหญ่เป็นของแข็งประกอบไปด้วยเศษของพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นอาหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้ว ไม่สามารถย่อยหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้หมดจึงเหลือเป็นกากที่สัตว์ขับถ่ายออกมาโดยเศษอาหารเหล่านี้ ได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนแล้วในระบบทางเดินอาหารดังนั้นส่วนที่เป็นมูลสัตว์ จึงอุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิด ซึ่งเมื่อรวมกันเข้าก็จะมีองค์ประกอบที่สามารถใช้เป็นธาตุอาหารที่สมบูรณ์ของพืชได้โดยปกติมูลสัตว์จากการเลี้ยงจำนวนมากจะมีประโยชน์ต่อเมื่อได้นำไปใช้เป็นปุ๋ยในพื้นที่การทำเกษตรเกิดผลดีหลายประการ คือช่วยนำของเสียเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์เพิ่มธาตุอาหารพืชช่วยปรับปรุงดินและช่วยกำจัดมลภาวะให้แก่สิ่งแวดล้อมปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก (มูลโค) : ปุ๋ยคอก ประกอบด้วยส่วนที่เป็นมูลปัสสาวะและวัสดุรองพื้น ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอก จึงมีปริมาณแตกต่างกันไปตามพื้นที่ที่เลี้ยงสัตว์ วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของปุ๋ยมูลวัว พบว่าปุ๋ยคอกมีค่าเป็นกรดด่าง เท่ากับ 7.9 จัดอยู่ในระดับด่างเล็กน้อย ค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 10/1 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 20/1 จึงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธงชัย มาลา (2546) ได้ศึกษาปุ๋ยคอกพบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 7.14 มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 36.19% มีค่าไนโตรเจนเท่ากับ 2.0% ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.3% และค่าโพแทสเซียมทั้งหมด 3.7% ซึ่งมีธาตุอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.3 ขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวมาจากน์ส่วนที่เหลือของเส้นใยกาบมะพร้าวจะเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เรียกว่าขุยมะพร้าว ซึ่งมีลกัษณะเป็นผง นุ่ม เบา และมีสีน้ำตาล มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีและยังเป็นวัสดุที่มีความสะอาด

ศศินิภา องอาจ (2562) อ้างถึง (สมภพ, 2556) ส่วนใหญ่ขุยมะพร้าวถูกใช้ปรับปรุงคุณภาพทางฟิสิกส์ของวัสดุปลูก เพื่อเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำ และอากาศ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะนำมาเป็นวัสดุปลูกพืชได้ดีชนิดหนึ่ง ขุยมะพร้าวมีขนาดอนุภาคประมาณ 0.5-2.0 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธ์การซาบซึมน้ำ (hydraulic conductivity) ประมาณ 0.15 เซนติเมตรต่อวินาที ความหนาแน่นรวม 0.06 กรัมต่อมิลลิลิตร ความหนาแน่นอนุภาค 1.55 กรัมต่อมิลลิลิตรความพรุนทั้งหมด (total porosity) 95.53 เปอร์เซ็นต์ ช่องว่างอากาศ (total air space) 4.87 เปอร์เซ็น

2.4 โคโค่พีท คือ ขุยมะพร้าวละเอียดที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพทางด้านกายภาพและ สมบัติทางเคมีต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้เพาะกล้าพืชผัก จากการศึกษาวิจัยของธรรมศักดิ์ ทองเกตุ และทีมวิจัยภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน (พศ.) ทดลองนำเปลือกมะพร้าวอ่อนเหลือทิ้งที่แต่ละปีมีเป็นจำนวนมากมาหมักร่วมกับจุลินทรีย์และปรับสภาพทางเคมีเพื่อนำมาใช้ทดแทนพีทมอสนำเข้าจากต่างประเทศ วิธีการนำเปลือกมะพร้าวอ่อนมาเข้าเครื่องขูดให้เป็นขุยแล้วนำไปปรับคุณสมบัติให้มีธาตุอาหารเทียบเท่าพีทมอสนำเข้าจากต่างประเทศเติมยูเรียแคลเซียมไนเตรทเติมน้ำผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับเชื้อจุลินทรีย์ (พด.1) ของกรมพัฒนาที่ดินจากนั้นทำการหมักเหมือนกับการหมักปุ๋ยทั่วไปแต่ต้องหมักในภาชนะที่สามารถเป่าอากาศเข้าไปได้เผื่อกรณีขุยมะพร้าวที่หมักไว้มีอุณหภูมิสูงเกินไปจะได้มีเครื่องเป่าอากาศมาช่วยลดความร้อนลงหมักทิ้งไว้ 2 เดือนผลผลิตจะออกมาเป็น “โคโค่พีท” ที่เหมาะต่อการเพาะต้นกล้าจากการทดลองในแปลงเพาะกล้าพบอัตราการงอกและการเจริญเติบโตแทบไม่ต่างจากพีทมอสสามารถปรับสัดส่วนการอุ้มน้ำและระบายอากาศได้ดีกว่าทำให้สามารถปรับเปลี่ยนวัตถุดิบส่วนผสมหรือสูตรการทำให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดได้ตามต้องการ

2.5 ถ่านชีวภาพหรือถ่านไบโอชา อารีย์ คล่องขยัน (2560) รายงานว่า ถ่านชีวภาพหรือไบโอชาร์ (Biochar) คือวัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอนผลิตจากชีวมวล (Biomass) การใช้ประโยชน์คือถ่านทั่วไปจะหมายถึงถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงขณะที่ไบโอชาร์คือถ่านที่ใช้ประโยชน์ เพื่อกักเก็บคาร์บอนลงในดินและปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดินเนื่องจากคุณสมบัติของถ่านชีวภาพคือมีรูพรุนตามธรรมชาติ เมื่อใส่ลงในดินจะช่วยการระบายอากาศการซึมน้ำการอุ้มน้ำดูดยึดธาตุอาหารเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ลดความเป็นกรดของดินนอก จากนี้ยังช่วยเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยให้สูงขึ้นทำให้ประหยัด เนื่องจากนำถ่านชีวภาพลงดินลักษณะความเป็นรูพรุนของถ่านชีวภาพจะช่วยกักเก็บน้ำและอาหารในดินและเป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์สำหรับทำกิจกรรม

2.6 ฟางข้าว เทวรัตน์ ตรีอำนรรค (2555) ได้ศึกษาตอซังข้าวหรือฟางข้าวเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายมีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชโดยเฉลี่ยดังนี้ ฟางข้าว ประกอบด้วยไนโตรเจน 0.59% ฟอสฟอรัส 0.08% โพแทสเซียม 1.56% แคลเซียม 0.38% แมกนีเซียม 0.23% และกำมะถัน 0.08%

นายโสพส แซ่ลิ้ม 2559 อ้างถึง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) โดยทั่วไปอินทรียวัตถุที่มี C/N ratio กว้างจะสลายตัวได้ช้ากว่าอินทรียวัตถุที่มี C/N ratioแคบ เช่น ฟางข้าวและหญ้าแห้งมี C/N ratio ประมาณ 80 : 1

ปุณณวิทย์ หาญไพบูลย์ สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์ และเรืองวิทย์ สว่างแก้ว (2558) ได้ทำการวิจัยลักษณะของฟางข้าวดังนี้ชีวมวลประเภทลิกโนเซลลูโลสเป็นแหล่งของวัตถุดิบที่น่าสนใจสำหรับการผลิตเอทานอล เนื่องจากหาง่ายและเกิดทดแทนใหม่ได้ แต่ปัจจัย

ทางด้านองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างทางกายภาพและเคมีเป็นตัวขัดขวางการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลของเซลลูโลสในชีวมวล ดังนั้น ชีวมวลจึงต้องผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนเซลลูโลสเป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์

2.7 ปุ๋ยมูลไส้เดือน ศศินิภา องอาจ (2562) กล่าวว่ามูลไส้เดือนดิน หมายถึง เศษซากพืช อินทรีย์วัตถุต่าง ๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไป และผ่านกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเหล่านั้นภายในลำไส้ของไส้เดือนดิน แล้วจึงขับถ่ายเป็นมูลออกมา ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มูลไส้เดือนดินที่ได้เรียกว่า “ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน” ธาตุอาหารใน ปุ๋ยมูลไส้เดือน ประกอบด้วย ไนโตรเจน 0.995% ฟอสฟอรัส 0.669% โพแทสเซียม 1.487% เหมาะสำหรับบำรุงต้น ราก ใช้ในช่วงที่พืชกำลังเติบโต ใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกและวัสดุเพาะกล้าพืชได้ ช่วยให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น ระบายน้ำและอากาศได้ดี และเก็บความชื้นได้มากขึ้น ช่วยให้ระบบรากพืชกระจายตัวในดินได้ดีขึ้น

2.8 กากน้ำตาล (Molasses) เป็นของเหลวที่มีลักษณะหนืดข้นมีสีดำอมน้ำตาล ซึ่งเป็นผลผลิตอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย โดยมีอ้อยเป็นวัตถุดิบกากน้ำตาลนี้ จะแยกออกจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายในขั้นตอนสุดท้ายด้วยการแยกออกจากเกล็ดน้ำตาลโดยวิธีการปั่น(Centrifuge) ซึ่งไม่สามารถตกผลึกเป็นเกล็ดน้ำตาลได้ด้วยวิธีทั่วไปและไม่นำกลับมาใช้ผลิตน้ำตาลทรายอีก กากน้ำตาลใช้เป็นส่วนผสมของหญ้าหมักใช้ผสม เพื่อเพิ่มแหล่งคาร์โบไฮเดรตและเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการหมักให้เกิดการสลายตัวเชื่อมต่อของก้อนปลูกได้รวดเร็วมากขึ้น และช่วยเพิ่มปริมาณแบคทีเรียผลิตกรด นอกจากนั้นยังช่วยสลายอินทรีย์วัตถุและปรับปรุงธาตุอาหาร

2.9 น้ำ การเตรียมน้ำผสมในก้อนปลูกโดยปกติแล้วน้ำจากธรรมชาติซึ่งมีค่า pH หรือค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7-8 จึงจำเป็นจะต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ค่า 5.5-6.5 pH เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการวัดค่าทางเคมีนกรดด่าง ปรากฏว่าน้ำส้มควันไม้มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ที่ประมาณ 3.0 pH ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาถึงการนำน้ำส้มควันไม้มาเป็นส่วนผสมในการที่จะปรับปรุงคุณภาพของน้ำให้มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 6-7 ดังนั้นจึงได้นำน้ำธรรมชาติ จำนวน 20 ลิตร น้ำส้มควันไม้ 0.5 ลิตรผสมเข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ค่าทางเคมีความเป็นกรดด่างลงมาที่ 6.0 pH

2.10 แกลบขาวหรือแกลบดิบ เป็นวัสดุที่หาง่ายตามพื้นที่ทั่วไป และมีคุณสมบัติเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากกระบวนการสีข้าวเปลือกซึ่งทำให้เกิดเศษของเปลือกข้าวออกมา มีลักษณะสี

เหลืองทอง สีเหลืองอ่อน สีน้ำตาลแดงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าว แกลบประกอบด้วยสารอินทรีย์และซิลิกา ปริมาณสารอินทรีย์จะประกอบด้วยธาตุคาร์บอนประมาณร้อยละ 51 ออกซิเจนร้อยละ 42 ส่วนที่เหลือจะเป็นไฮโดรเจน และไนโตรเจน ส่วนซิลิกาจะพบมากบริเวณผิวนอกของแกลบจึงทำให้แกลบมีความแข็งสูง อภิรักษ์ หลักชัยกุล (2539) กล่าวไว้ว่า แกลบดิบมีความพรุนสูง การดูดน้ำต่ำ การใช้แกลบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเกลือแร่ที่ละลายน้ำ ปกติติไม่ควรใช้แกลบดิบเกิน 25% ของปริมาตรเครื่องปลูกทั้งหมด

3.สมบัติของก้อนปลูกสำเร็จรูปและอัตราส่วนผสมของก้อนปลูกสำเร็จรูปที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

3.1 สมบัติก้อนปลูกสำเร็จรูป ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาเพื่อทดแทนดินปลูก มีส่วนผสมหลักที่สำคัญคือ ขุยมะพร้าว แต่ขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผสมกับวัสดุอื่น ๆ เข้าด้วยกัน เช่น แกลบดำ โคโคพีช ฟางข้าวหมัก ปุ๋ยมูลใส้เดือน ถ่านไบโอชาร์ ปุ๋ยคอก เป็นต้น เ พื่อปรับโครงสร้างก้อนปลูกสำเร็จรูป ให้เหมาะสม ภายได้มาตฐานการเก็บข้อมูลจากการวิจัยของนักวิจัยท่านอื่นๆที่ได้นำการทดลองมาศึกษาดังนี้

สมภาพ พานทอง (2556) อ้างถึง Hanan (1998) ความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีที่สุดควรมีค่า 35-50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้าต่ำกว่านั้นอาจทำให้เสี่ยงต่อการขาดน้ำ ดังนั้น วัสดุเพาะทุกสูตรมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าค่าที่**เหมาะ**สม ซึ่งทำให้ต้นกล้าขาดน้ำได้ และ ช่องว่างอากาศ (air porosity) ของวัสดุเพาะที่ดีมีค่า ระหว่าง 10-20 เปอร์เซ็นต์

เหนียวคำ คำมีนาที (2555) อ้างถึง สมภพ พานทอง (2556) อ้างถึง Hanan (1998) ว่าคุณสมบัติที่ดีของวัสดุปลูกควรมีความหนาแน่นรวม (bulk density) มีค่าระหว่าง 0.15-1.3 g/cm3 ดังนั้น วัสดุเพาะปลูกทุกสูตรควรมีความหนาแน่นเหมาะสำหรับการยึดเกาะ พยุงลำต้นของกล้า

เตือนใจ ปียัง และคณะ (2561) ได้ทดลองเกี่ยวกับการผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และวัสดุ ระบุว่า การเพาะเห็ดมีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นวัสดุในการผลิตกระถางต้นไม้ได้เนื่องมาจากการเจริญเติบโตของพืชส่วนใหญ่มักเจริญได้ดีในดินที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0-7.0 และค่าการนำไฟฟ้าของดินอยู่ในช่วง 2-4 dS/m ถือว่าเป็นช่วงที่ดินที่มีความเหมาะสมในการเติบโตของพืช

นางสาวกาญจนา มาล้อม (2556) อ้างถึง (วิทยา, 2523) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินผสมที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 1.6 mS/cm ถ้าค่าการนำไฟฟ้า สูงกว่านี้ อาจเป็นอันตรายต่อพืชได้ เนื่องจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงแสดงถึงการที่มีเกลือละลายออกมามาก ซึ่งเกลือที่ละลายออกมามากนี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

3.2 อัตราส่วนผสมของก้อนปลูกสำเร็จรูป อัตราส่วนผสมหลักที่สำคัญคือ ขุยมะพร้าว แต่ขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของการเจริญเติบโตของพืชดังนั้นการผสมกับวัสดุอื่น ๆ เข้าด้วยกัน เช่น แกลบดำ โคโค่พีช ฟางข้าวหมัก ปุ๋ยมูลใส้เดือน ถ่านไบโอชาร์ ปุ๋ยคอก เป็นต้น เพื่อปรับโครงสร้างก้อนปลูกสำเร็จรูปให้เหมาะสม จากงานวิจัยอื่น ๆ พบว่าการผสมสูตรดินปลูกซึ่งมีลักษณะต่างกันออกไปตามลักษณะโครงสร้างของก้อนปลูกและการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด แต่ทั้งนั้นการวิจัยจะมุ่งเน้นวัสดุจากธรรมชาตินำมาเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งคล้ายคลึงกันทุกงานวิจัย ดังนี้

ประยงค์ ธรรมสุภา (2560) ได้ทำการศึกษาก้อนปลูกสำเร็จรูปนำมาทดลองปลูกกับต้นดาวเรืองการวิจัยการศึกษาก้อนวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองพบว่าดาวเรืองที่ปลูกในดิน (ควบคุม) ให้จำนวนดอกดกมากกว่าจึงได้สรุปผลการศึกษาการศึกษาเรื่องการใช้ก้อนวัสดปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสูตรดินผสมที่เหมาะสำหรับการจริญเติบโตและเปรียบเทียบดินผสมสูตรต่างๆพบว่าดินผสมประกอบด้วยดิน:ทราย:ขี้เถ้าแกลบ:ปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 1:1:1:1 เป็นสูตรดินผสมที่มีค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบทุกด้านสูงกว่าดินผสมสูตรอื่น ๆ

สุมิตรา สุปินราช และอิศร์ สุปินราช (2561) ได้ศึกษาและทดลองก้อนปลูกสำเร็จรูปโดยใช้ต้นผักกาดหอมเป็นพืชทดลองได้ผล ความยาวราก พบว่า สูตรไทยเกษตรศาสตร์1 มีผลทำให้ต้นผักกาดหอมกระถางมีการเจริญเติบโตทุกด้านได้แก่ความสูงต้นความกว้างลำต้นเทียมจำนวนใบความกว้างใบความยาวใบน้ำหนักสดและความยาวรากดีที่สุด เมื่อมาวิเคราะห์ก้อนปลูกสำเร็จรูปสูตรไทยเกษตรศาสตร์1 แล้ว สูตรนี้ประกอบด้วยขุยมะพร้าวปุ๋ยคอกทรายแกลบดิบปุ๋ยสูตร 16-16-16 ซึ่งขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติคืออุ้มน้ำได้ดีมาก มีความพรุนสูงสลายตัวได้ตามธรรมชาติน้ำหนักเบาง่ายต่อการนำไปใช้ สำหรับทรายขี้เป็ดนั้น เป็นทรายแม่น้ำที่มีส่วนผสมของสารอินทรีย์มากมีสีดำปนน้ำตาลเข้มนิยมใช้เป็นส่วนผสมก้อนปลูกสำเร็จรูปไม้กระถาง ส่วนปุ๋ยมูลวัวมี pH 6.78 ไนโตรเจน 0.19 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.25 เปอร์เซ็นต์ โปแตสเซียม 0.24 เปอร์เซ็นต์

และปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีไนโตรเจน 16 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 16 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ 16 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.2 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม 3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผสมกันทำให้มีธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

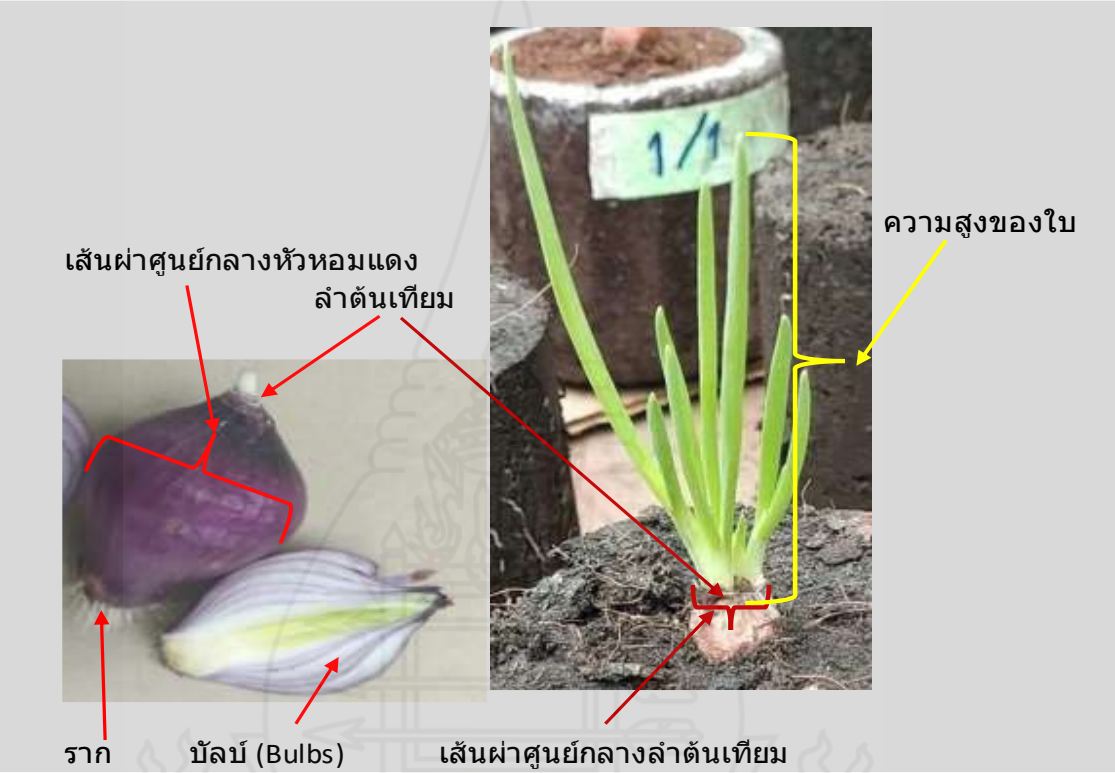
ชัยภูมิ สุขสำราญ (2560) ในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตได้ผลสรุปดังนี้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาก้อนปลูกสำเร็จรูปที่เหมาะสมต่อการปลูกปทุมมารวมทั้งความเป็นไปได้ในการผลิตปทุมมาในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตซึ่งผู้วิจัยนำหัวพันธุ์ปทุมมา Cherry Princess มาทดสอบปลูกในก้อนปลูกสำเร็จรูป ดินร่วนปนทราย:ชานอ้อย:มูลวัว อัตราส่วน1:1:1 มีความเหมาะสมต่อการปลูกปทุมมาพันธุ์ Cherry Princess โดยมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดคือ มีความสูงลำต้นเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความยาวใบมากที่สุด และทำให้ทราบว่าปทุมมาพันธุ์ Cherry Princess สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต

สุทิน ทวยหาญ และคณะ (2556) ได้ทำการทดลองสูตรการศึกษาก้อนปลูกสำเร็จรูปจากดินผสมที่เหมาะสมสำหรับผักคะน้าในภาชนะด้วยดินผสมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการปลูกผักซึ่งจะทำให้สามารถปลูกผักได้ตามอาคารบ้านเรือนที่มีพื้นที่จำกัดการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของก้อนปลูกสำเร็จรูปจากดินผสมชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าจากการศึกษาพบว่าการปลูกคะน้าที่ปลูกในก้อนปลูกสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของ ใบไม้หมัก กาบมะพร้าวสับ แกลบเผาและปุ๋ยคอก มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตได้แก่ความสูงจำนวนใบความกว้างใบน้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้งของผักคะน้าสูงกว่าการปลูกในก้อนปลูกสำเร็จรูปชนิดอื่น ๆ

4.ลักษณะของหอมแดงและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอมแดง

4.1 ลักษณะของหอมแดง กลุ่มสารสนเทศการเกษตร สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดศรีสะเกษ (2563) ได้กล่าวถึงลักษณะหอมแดงดังนี้ ใบแทงออกจากลำต้นหรือหัวมีลักษณะเป็นหลอดกลม ด้านในกลวง มีสารสีนวลเป็นไขเคลือบผิวใบ ใบมีลักษณะตั้งตรงสูงประมาณ 15-50 เซนติเมตร แตกออกเป็นชั้นถี่ 5-8 ใบ ใบอ่อนสดของหอมแดงใช้ในการบริโภค 2) ส่วนหัวหรือบัลบ์หัวหรือบัลบ์เป็นส่วนของกาบใบที่เรียงซ้อนกันแน่นจากด้านในของหัวออกมา เป็นแหล่งสะสมอาหาร และน้ำ มีลักษณะเป็นกระเปาะ เรียกว่า Bulbs มีลำต้นภายในลักษณะเป็นก้อนเล็ก ๆ สีขาว ซึ่งเป็นที่เกิดของหัวหอมจะแตกใหม่ออกมาจากหัวเดิม โดยเฉลี่ย 2-10 หัวต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวประมาณ 1.5-3.5 เซนติเมตร 3) ต้นที่มองเห็นเหนือดินเป็นส่วนที่อยู่ต่อจากบัลบ์

จัดเป็นลำต้นเทียมที่เกิดจากกาบใบเรียงอัดกันแน่น ถัดมาจึงเป็นส่วนของใบ 4) รากหอมแดงเป็นระบบรากฝอยจำนวนมาก งอกออกจากด้านล่างของต้น มีลักษณะเป็นกระจุกร วมกัน ที่ก้นหัวและแพร่ลงดินลึกในระดับตื้นประมาณ 10-15 เซนติเมตร โดยปกติหอมแดงที่ปลูกในฤดูหนาว จะแก่จัดเมื่ออายุ 70-110 วัน ถ้าปลูกในฤดูฝนจะสามารถเก็บได้เมื่ออายุประมาณ 45 วัน แต่ผลผลิตของหอมแดงทั้ง 2 ฤดูแตกต่างกัน คือในฤดูหนาวจะให้ผลผลิตมากเป็น 2-3 เท่าของในฤดูฝน



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของหอมแดง

4.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอมแดง สุรีรัตนาพร นามวงษ์ (2559) ได้กล่าวถึง หอมแดงเป็นพืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าหัวมีหน้าที่สมอาหาร หอมแดงสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วน ที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 5.0 -6.5 และความชื้นในดินควรสูงในขณะที่เจริญเติบโต แต่เมื่อหัวเริ่มแก่ดินและอากาศต้องแห้ง ช่วงที่ปลูกได้ผลดีคือตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-มีนาคม โดยปกติหอมแดงที่ปลูกในฤดูหนาวจะแก่จัดเมื่ออายุ 70-110 วัน ถ้าปลูกในฤดูฝนจะสามารถเก็บได้เมื่ออายุประมาณ 45 วันผลผลิตของหอมแดงทั้ง 2 ฤดูแตกต่างกัน คือในฤดูหนาวจะให้ผลผลิตมากเป็น 2-3 เท่าของในฤดูฝน

นัฐชา สมตัว อ้างถึง (กรมวิชาการเกษตร, 2553) หอมเป็นพืชผักเศรษฐกิจที่มีความ สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ปลูกได้เกือบทุกพื้นที่ ชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ การระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดี ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เหมาะสม 5.8-6.5 อุณหภูมิที่เหมาะสม 20-24 องศาเซลเซียส การปลูกหอมแบ่งสามารถปลูกได้ตลอดปี มีอายุเก็บเกี่ยว 40-60 วัน

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองเรื่อง การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

1. การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป
2. การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

1.การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

1.1 การออกแบบเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป มีโครงสร้างสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ลักษณะการสร้างเป็นรูปตัว C ซึ่งประกอบด้วยเหล็กฉากโครงสร้างขนาด 1.5 นิ้ว SS-400 กระบอกลม Air cylinder Diameter 6 inch. กระบอกลม ใช้ขนาด 6 นิ้ว แหล่งจ่ายพลังงานลมมาให้กระบอกลมผ่าน Solenoid main valve 5/2 ควบคุมระบบนิวเมติก ซึ่งจะอยู่ส่วนหน้าของเครื่อง เพื่อที่จะสะดวกในการกดปุ่มทำงาน รวมทั้งระบบ Emergency control system อยู่หน้าเครื่องเมื่อเกิดเหตุสามารถควบคุมตัดระบบได้ เพื่อความปลอดภัยของคนทำงาน แกนกระบอกลมขนาด 6 นิ้ว ติดตั้งไว้ส่วนบนของตัวเครื่อง แนวกดอัดจะเป็นแนวดิ่ง เพื่อบังคับให้แกนก้านกดอัดลงมาได้ตรงกับแม่พิมพ์ ส่วนสำคัญของเครื่องอัดก้อนวัสดุปลูกอีกอย่างคือ แม่พิมพ์ ทั้งตัวบนและตัวล่าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ซึ่งทั้ง 2 ตัวนี้ ประกอบไปด้วย Heater มีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป คือแม่พิมพ์ตัวบนจะใช้ Heater rod ส่วนแม่พิมพ์ตัวล่างจะใช้ Heater plate ซึ่งทั้ง 2 แบบมีหลักการใช้งานเหมือนกันคือสร้างความร้อนแล้วแผ่กระจายไปหาแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ตัวบนจะถูกจับยึดแน่นกับแกนกดอัดกระบอกสูบ เคลื่อนที่ขึ้นลงกดอัดโดยอาศัยกระบอกเป็นต้นกำลังส่งมาที่แกนกระบอกลม แม่พิมพ์ตัวล่าง (เบ้า) จะถูกยึดติดกับฐานโครงสร้างของเครื่องเพื่อรองรับรับการกดอัดจากแม่พิมพ์ตัวบน ฐานล่างจะต้องแน่หนามาก วงจรควบคุมบังคับการทำงานของลูกสูบหรือกระบอกลมนิวเมติก Double acting cylinder สามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นและลงได้โดยอาศัยการเปลี่ยน Port ของ Solenoid main valve 5/2 ระบบฉุกเฉินเป็นวาล์วควบคุมแบบ 3/2 Normally open valve เมื่อกดวาล์วปิดลมทั้งหมดจะถูกกั้นไว้ไม่ให้เข้ามาในระบบเครื่องอัด ส่วนลมที่อยู่ในเครื่องอัดจะถูกปลดปล่อยออกจากระบบทั้งหมด เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ส่วนระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะติดตั้งอยู่ในตัวเครื่องอัด โดยระบบไฟฟ้าที่ใช้

ในการควบคุมใช้ 220 โวลล์หรือไฟฟ้าตามบ้านเรือนทั่วไป ระบบวงจรควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปหา Heater โดยมีระบบควบคุมอัดมิติที่สามารถตั้งค่าได้ เช่น Heater control, Temp control, Timer และ main breaker ทั้งชุดจะต่อเป็นวงจรควบคุมระบบ (ภาพที่ 3.4)

1.1.1 กรอบแนวคิดในการออกแบบเครื่องอัดก้อนปลูกสำเร็จรูป

1) เครื่องอัดก้อนปลูกสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูปจะต้องมีรูปร่างที่ทันสมัย แข็งแรงทนทาน

2) ระบบควบคุมจะต้องทำงานง่าย สะดวกต่อผู้ปฏิบัติงาน

3) ประสิทธิภาพการทำงานจะต้องมีกำลังในการผลิตสูง

4) มีความปลอดภัยสูง

5) วัสดุที่นำมาอัดมาจากผลผลิตเหลือจากการเกษตรและวัสดุที่หาได้ตามธรรมชาติ

1.1.2 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องอัดวัสดุก้อนปลูกสำเร็จรูป

อุปกรณ์ส่วนประกอบของเครื่องอัดก้อนปลูกสำเร็จรูปซึ่งประกอบไปด้วยรายการดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 3.1)

1) Emergency switch มีสวิทซ์ตัดระบบเพื่อความปลอดภัย

2) Main breaker ระบบฟ้าใช้เป็นแบบ ควบคุมโดยคนงาน

3) Thermocouple หรือเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ

4) เครื่องปั้มลมใช้ขนาด 50 ลิตร

5) แผ่นทำความร้อน ใช้ 2 ชนิด คือ แบบแท่ง กับ แบบแผ่น

6) แม่พิมพ์ใช้อลูมีเนียม ทำจากอลูมีเนียมหล่อ ซึ่งสามารถกระจายความร้อนได้ดี

7) กระบอกลมใช้รุ่น SC-160x400 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ซีลก้านทนความร้อนได้สูง

8) ขนาดสายไฟฟ้ามาตรฐาน 1 mm. ไส้ในเป็นทองแดง

9) ฐานรองรับ ใช้เหล็กขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร

10) ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์

11) ระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งประกอบไปด้วย Solenoid 5/2 port control

12) ระบบควบคุมอุณหภูมิใช้แบบ PID ควบคุม

13) อุปกรณ์โครงสร้าง ใช้เหล็กมาตรฐาน SS-400 ซึ่งเป็นเหล็กมีความทนแรงดึงสูง

ในการสร้างเครื่องอัดจะต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมการทำงานได้เหมาะสม และราคาไม่สูงมากนักจากการรวมรายการค่าอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องจะอยู่ในราว 32,000 บาท ต่อ 1 เครื่อง ซึ่งมีรายละเอียดของอุปกรณ์ ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายการอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป

รายการอุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน	หน่วยละ	ราคา
ปั้มลม	-มอเตอร์ 600W (2 ลูก) -แรงดันไฟ 220V -ขนาดถังลม 50 ลิตร เต็ม - แรงลม 80 ลิตร/นาที -แรงดันสูงสุด 8 บาร์	1	4,200	4,200
เหล็กฉากโครงสร้าง	ขนาด 1.5 นิ้ว หนา 6 มิลลิเมตร SS400 คือ ชื่อและเกรดวัสดุที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน JIS G 3101 โดยที่. S ตัวแรกย่อมาจาก "Steel" คือ เหล็ก. S ตัวที่สองย่อมาจาก "Structure" คือ โครงสร้าง. 400 คือ ค่าความต้านทานแรงดึงขีดจำกัดล่าง เท่ากับ 400 MPa.	1	650	650
เหล็กแผ่นประกอบรูป	ขนาด 120 เซนติเมตร x 240 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร	1	1,400	1,400
กระบอกลม SC 160x400 สองทิศทาง	SC160 Standard cylinders. กระบอกลม รุ่น SC (วัสดุท่ออลูมิเนียม) ทำงานที่แรงดัน 0.15-0.8 Mpa (1.5-8 kgf/cm²) สามารถยกของมีน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ที่แรงดัน 5 Bar ขนาดความยาวกระบอก 160 มิลลิเมตรระยะชักของก้านสูบ 400 มิลลิเมตร	1	14,600	14,600

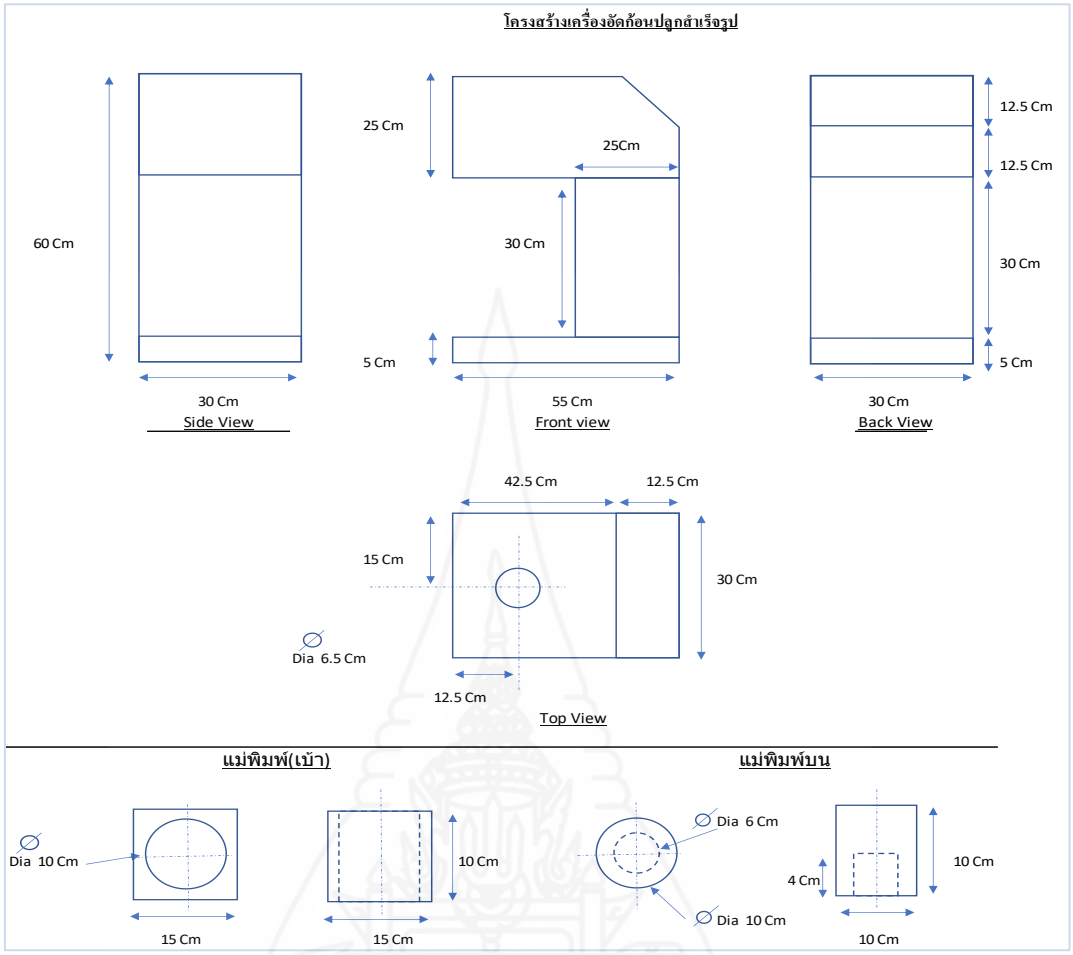
รายการอุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน	หน่วยละ	ราคา
แม่พิมพ์บน อลูมิเนียม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 10 เซนติเมตร	1	1500	100
แม่พิมพ์ล่าง อลูมิเนียม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 10 เซนติเมตร	1	2500	2500
โซลินอยด์วาล์ว ไฟฟ้า	สเปค ทางเข้าออก 5/2 พอร์ต ¼ นิ้ว ลักษณะการใช้งาน เป็นวาล์ไฟฟ้าเปิด-ปิดให้ลมผ่าน 2 ทางระบายลมออกและปิดก้นลมได้	1	300	300
วาล์วควบคุมทิศทางลม แมนนวล	สเปค ทางเข้าออก 3/2 พอร์ต ¼ นิ้ว ลักษณะการใช้งาน เป็นวาล์ไฟฟ้าเปิด-ปิดให้ลมผ่าน 2 ทางพร้อมกับระบายลมออก	1	180	180
คอนโทรลไฟฟ้าระบบ SSR Solid state relay	Solid State Relay จะมีการทำงานเมื่อมีสัญญาณ input ตามย่านของแรงดันควบคุมเข้ามา โดย รีเลย์ จะสั่งให้เอาต์พุตส่งสัญญาณ ON ออกไป และเมื่อไม่มีสัญญาณอินพุตตามย่านแรงดันเข้ามา รีเลย์ จะทำการหยุดส่งเอาต์พุตออกไปซึ่งภายในตัวรีเลย์นั้น จะประกอบไปด้วย เซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor) ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เพื่อลดเสียงรบกวนที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานระยะยาว	2	120	240
Heater Rod	- วัสดุเป็นท่อสแตนเลส SUS 304 - มีลักษณะเป็นแท่งกลมและมีสายออก 2 สาย สามารถใช้ไฟ 220 / 380 V	1	250	250

รายการอุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน	หน่วยละ	ราคา
Heater plate	- ชุดความร้อน ฝังในด้วย heater แท่ง ขนาด 400 วัตต์ 2 ตัว ทั้งตัวบนและเบ้าตัวล่าง ทำความร้อนได้ตามมาตรฐานที่ต้องการ คือ 120-180 องศาเซลเซียส	1	200	250
Heater plate				
เครื่องควบคุมอุณหภูมิ	Digital Temperature Controller ก็คือ เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในพื้นที่ อุปกรณ์แบบดิจิทัลนี้ยังสามารถตั้งค่าการควบคุมอุณหภูมิได้ทั้งแบบร้อนและเย็นพร้อมกัน มีความแม่นยำสูง เชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ดิจิทัลอื่น ๆ	2	500	1000
Thermocouple สายวัดอุณหภูมิ	สายวัดอุณหภูมิ Temperature sensor TC Type K สายถักอย่างดี –เกลียว M6, M8 ยาว 1 เมตร และ 3เมตร สามารถใช้เป็นอินพุต Temp Control วัดอุณหภูมิย่านวัดกลาง ๆ ตั้งแต่ 0-400 องศา ความเที่ยงตรงในการวัดบวกลบไม่เกิน 2 องศา	2	280	560
Main Breaker	เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าแบบไม่อัตโนมัติ ใช้สำหรับป้องกันความเสียหายของเครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักร หรือป้องกันไฟรั่วไฟดูดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรหรือกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด	1	150	150
สายไฟ	สายไฟฟ้าขนาด 1 มิลลิเมตร ยาว 15 เมตร สีดำ น้ำเงิน แดง อย่างละ 5 เมตร	1	150	150
หลอดไฟ สัญญาณ	แสดงสถานะการทำงานของเครื่อง เขียว เครื่องกำลังทำงาน เหลือง เครื่องพร้อมทำงาน	3	50	150

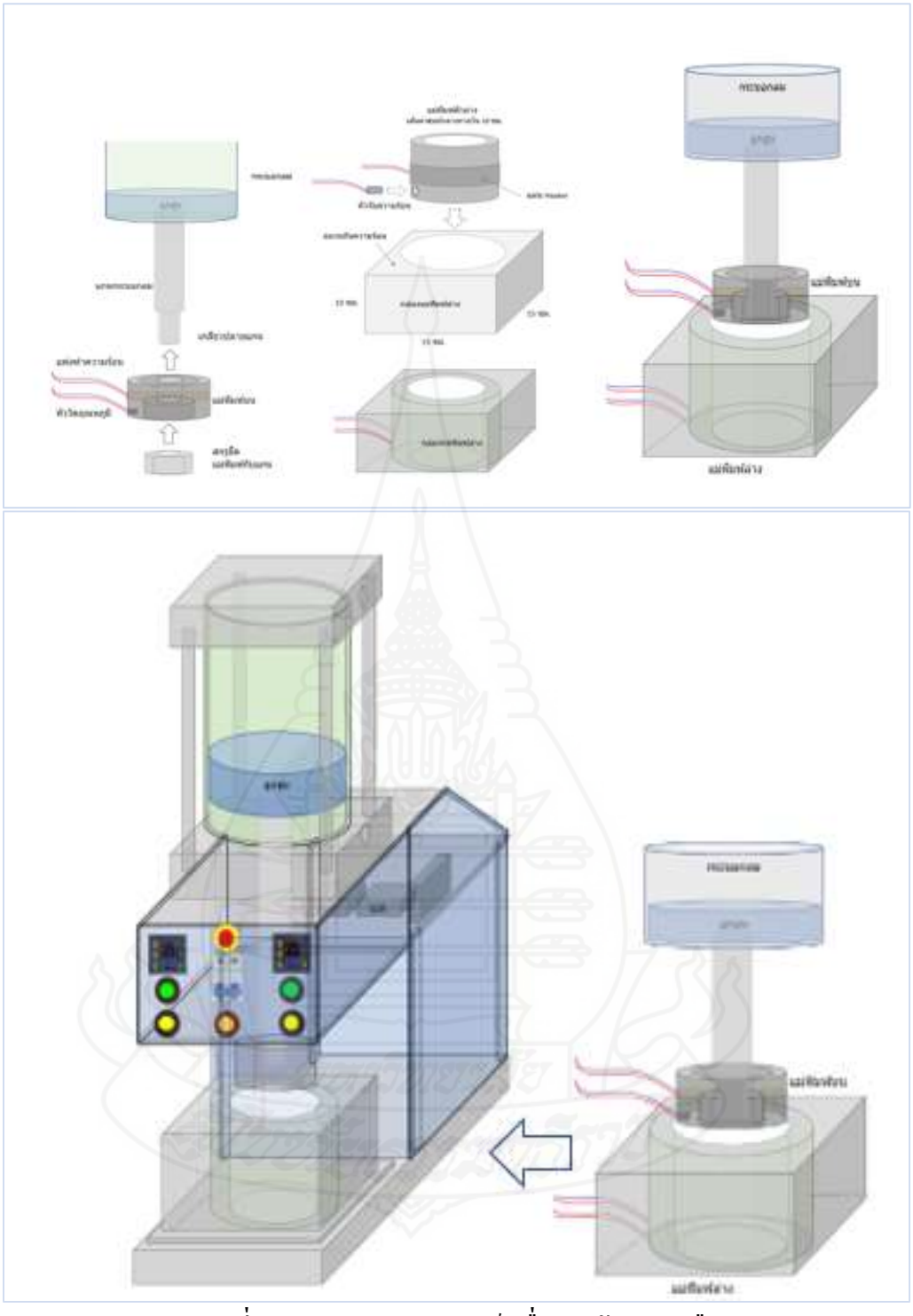
รายการอุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน	หน่วยละ	ราคา
	แดง เครื่องมีปัญหา หรือมีเหตุฉุกเฉิน			
ปุ่มกดฉุกเฉิน	สวิทช์ฉุกเฉิน Emergency Switch 22mm. สวิทช์หัวดอกเห็ด 220-600V 6A ปุ่มกดฉุกเฉิน ปุ่มหยุดฉุกเฉิน สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ทุกชนิด	1	150	150

1.1.3 การออกแบบโครงสร้างและระบบควบคุม

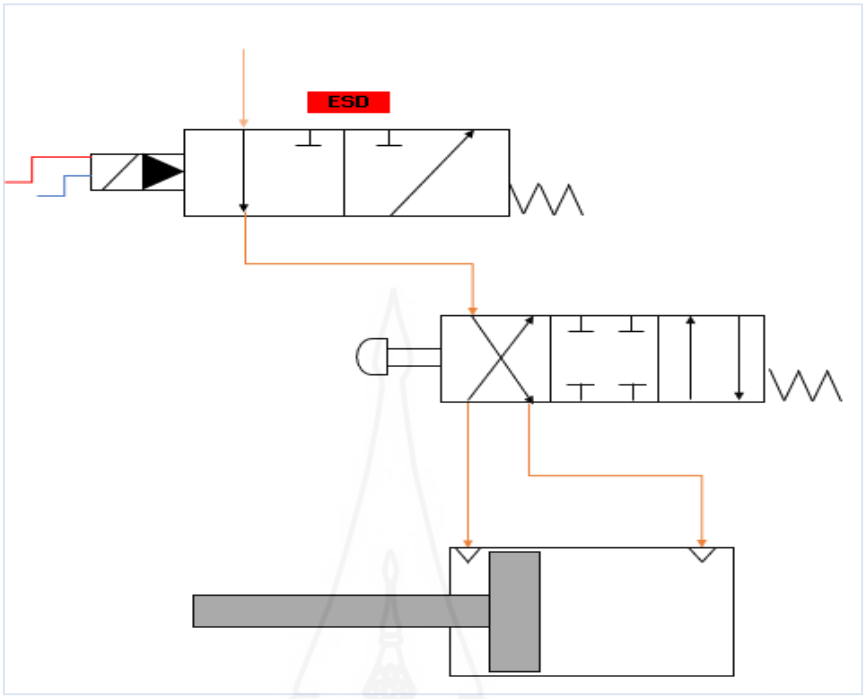
การออกแบบโครงสร้างเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการเขียนแบบโครงสร้างและออกแบบแม่พิมพ์ (ภาพที่ 3.1) เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปมีโครงสร้างสี่เหลี่ยม ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ลักษะการสร้างเป็นรูปตัว C ซึ่งประกอบด้วยเหล็กฉากโครงสร้างขนาด 1.5 นิ้ว SS-400 กระบอกลม Air cylinder Diameter 6 inch. กระบอกลม ใช้ขนาด 6 นิ้ว แม่พิมพ์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ทั้งตัวบนและล่างสวมจะต้องสวมกันได้พอดี และระบุตำแหน่งการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังใน (ภาพที่ 3.2 และ 3.5) ส่วนการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของกลไกลภายในเครื่องมืออัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป เพื่อให้เครื่องอัดวัสดุก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพทำงานได้สูงสุด แม่นยำและได้ชิ้นงานที่มาตรฐานเดียวกัน ดังนั้นวิจัยได้คิดค้นระบบควบคุมแบบควบรวมโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการควบคุมทุกระบบรวมทั้งระบบไฟฟ้าและระบบนิวเมติกเข้าด้วยกัน การออกแบบวงจรการควบคุมจึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพมาตรฐานการผลิตและสามารถบ่งบอกถึงหลักการทำงานต่าง ๆ ได้ และเพื่อให้เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพสูงสุด ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ดังรายละเอียด (ภาพที่ 3.3 และ 3.4)



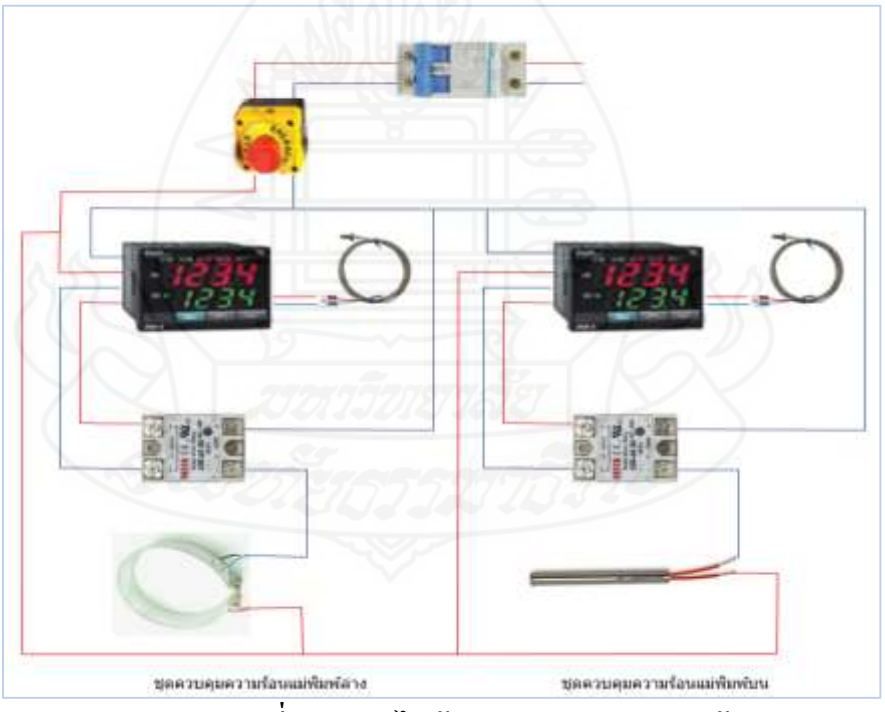
ภาพที่ 3.1 แบบโครงสร้างและแม่พิมพ์



ภาพที่ 3.2 การประกอบอุปกรณ์เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป



ภาพที่ 3.3 ระบบควบคุมกระบอกสูบนิวเมติก



ภาพที่ 3.4 วงจรไฟฟ้าควบคุมระบบทำความร้อน

1.1.4 การทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

1) ขั้นตอนการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ดังนี้ ผู้วิจัยวางแผนการใช้วัสดุจากธรรมชาติมาทดลองกับเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป โดยกำหนดก้อนปลูกสำเร็จรูปสูตรที่ 2 ซึ่งเป็นวัสดุผสม ถ่านชีวภาพ:ขุยมะพร้าว: แกลบดำ:และปุ๋ยคอก 1:2:1:1 นำมาทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดวัสดุก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป โดยจะทำการทดลองอัดด้วยแรงดันลมที่แตกต่างกัน เริ่มอัดด้วยแรงดันลมตั้งแต่ 90, 100 ,110 และ120 psi ตามลำดับ เพื่อหาสมถรรถนะความแข็งแรงของเครื่องเพราะแต่ละแรงดังจะทำให้แรงดึงหรือแรงผิวแตกต่างกันออกไป เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ กำลังการผลิต ระยะเวลาในการผลิตต่อก้อน และสมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปนั้นจะต้องเหมาะสมในการเพาะปลูกพืช ดังนั้นการหาแรงดันลมที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องมีการทดสอบแรงดันลมที่ความดันลมต่าง ๆ และการใช้ความร้อนที่ใช้ในการอัดก้อนปลูกสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป ได้วางแผนการตั้งค่าความร้อนไว้ที่ 130 องศาเซสเซียส เพื่อทดสอบสมบัติทางกาพภาพของก้อนปลูกสำเร็จรูป โดยที่ก้อนปลูกสำเร็จรูปนั้นจะต้องได้คุณภาพตามที่กำหนดคือ การดูดซึมของน้ำจะต้องอยู่ในขอบเขตมาตรฐานคือ 0.6-2.0 นิ้วต่อชั่วโมง

2) การเก็บข้อมูล หาค่าที่เหมาะสมที่จะใช้ความดันลม และความร้อนของแม่พิมพ์ในการอัดวัสดุก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป นำข้อมูลไปคำนวณหาค่าสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และกำหนดค่ามาตรฐานในการใช้เครื่องอัดก้อนปลูกสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป

2. การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2.1 การวางแผนการทดลอง การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทั้งหมด 4 ทรีตเมนท์ ทรีตเมนท์ละ 7 ซ้ำ รวมทั้งหมด 28 หน่วยทดลอง ทรีตเมนท์ที่ใช้ในการทดลอง คือก้อนปลูกสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป 4 สูตร ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำการผสมสูตรให้ได้ตามอัตราส่วนที่วางแผนไว้ตามที่ระบุสูตรผสมดินข้างล่างนี้

1) ก้อนปลูกการค้า (Magic block) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร

2) ก้อนปลูกผสม ถ่านชีวภาพ: ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: และปุ๋ยคอก 1:2:1:1

3) ก้อนปลูกผสม โคโค่พีช: ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: และปุ๋ยคอก 1:2:1:1:1

4) ก้อนปลูกผสม ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: ฟางข้าวหมัก: และปุ๋ยมูลไส้เดือน 2:1:1:1

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะนำมาผสมสูตรให้ได้ตามที่วางแผนไว้ มีดังนี้

2.2.1 เครื่องผสมดิน

2.2.2 เครื่องมือวัด เช่น เวอร์เนียร์ ตลับเมตร

2.2.3 เครื่องวัดความชื้น อัตโนมัติ Data log

2.2.4 เครื่องอัดขึ้นรูปก้อนปลูกสำเร็จรูป

2.2.5 แกลบดำ

2.2.6 โคโค่พีช

2.2.7 โรงเรือนทดลอง (เป็นสถานที่ควบคุมสภาพอากาศ)

2.2.8 ไบโอชาร์ (ถ่านชีวภาพ)

2.2.9 ก้อนปลูกการค้า (Magic block)

2.2.10 กากน้ำตาล

2.2.11 ขุยมะพร้าว

2.2.12 น้ำผสมดินที่ผ่านการปรับคุณภาพและวัดค่าได้ 6-7 pH

2.2.13 ปั๊มน้ำ

2.2.14 ปุ๋ยคอก(มูลวัว)

2.2.15 ปุ๋ยมูลไส้เดือน

2.2.16 พืชที่ใช้ในทดลอง (หอมแดง)

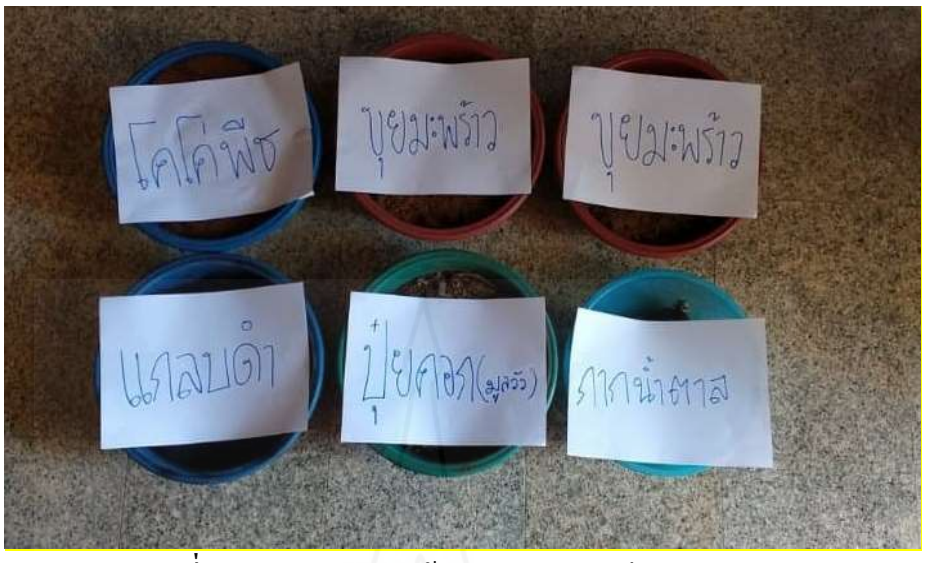
2.2.17 ฟางข้าวหมัก

2.3 การเตรียมก้อนปลูกสำเร็จรูป การผสมดินปลูกเพื่อทำเป็นก้อนปลูกสำเร็จรูปพืช โดยการนำแต่ละวัสดุมารวมกันตามที่กำหนดอัตราส่วนผสมขึ้นมาจำนวน 4 สูตรรวมทั้ง ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปทางการค้า ดังนั้น 3 สูตรผู้วิจัยต้องทำการผสมเอง ซึ่งมีขึ้นตอนการผสมดังนี้ การผสมการปั่นดินผสมก้อนปลูกนั้น นำน้ำที่ผสมกากน้ำตาลค่า pH ประมาณ 6-7 เทลงในเครื่องผสมก้อนปลูกสำเร็จรูป เพื่อผสมดินให้เข้ากับน้ำ โดยใช้น้ำทั้งหมด ประมาณ 5 ลิตรใช้เวลาในการผสมประมาณ 10 – 20 นาที ผสมให้เข้ากันจนสังเกตเห็นว่าวัสดุปลูกมีลักษณะสีเข้ม นุ่ม ผิวดินและส่วนผสมต่าง ๆ คลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว จากนั้นนำดินที่ผสมแล้วนำไปตรวจหาค่า EC pH เบื้องต้น โดยใช้เครื่องมือดิจิตอล มาจากนั้นนำไปอัดโดยตั้งค่าตามที่เครื่องอัดมีประสิทธิภาพสูงสุดและผลิตก้อนปลูกที่ได้มาตรฐานตามขนาดที่วางแผนไว้คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร

จากนั้นนำก้อนปลูกสำเร็จรูป ส่งวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีที่สถาบันวิเคราะห์ดินที่มาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์หาธาตุอาหารหรือคุณสมบัติของก้อนปลูกสำเร็จรูปแต่ละสูตรรวมถึงก้อนปลูกการค้าด้วย

สูตรที่ 1 ก้อนปลูกพืชการค้า

สูตรที่ 2 ไบโอชาร์ (ถ่านชีวภาพ) ขุยมะพร้าว แกลบดำ และปุ๋ยคอก 1:2:1:1



สูตรที่ 3 โคโค่พีช ขุยมะพร้าว แกลบดำ และปุ๋ยคอก 1:2:1:1

สูตรที่ 4 ขุยมะพร้าว แกลบดำ ฟางข้าวหมัก แกลบขาว และปุ๋ยมูลไส้เดือน 2:1:1:1:1

ภาพที่ 3.5 อัตราส่วนผสมก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

ภาพที่ 3.6 เครื่องผสมก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2.4 การเตรียมหัวหอมแดงและโรงเรือน

2.4.1 นำหัวหอมมาแช่น้ำประมาณ 1-2 ชั่วโมง จากนั้นเลือกเอาหัวหอมที่มีลักษณะแข็งแรง เช่น ผิวแดงสวย ไม่มีรอยช้ำ ส่วนรากยาวไม่ขาด จากนั้นตัดส่วนปลายที่เป็นส่วนของใบแห้งออกจนถึงส่วนที่เป็นหัวหอม จากนั้นนำมาเพาะปลูกในก้อนปลูกสำเร็จรูปเพื่อทำการทดลอง

ภาพที่ 3.7 หอมแดง

2.4.2 การเตรียมโรงเรือน การออกแบบโรงเรือนจะต้อง อากาศหมุนเวียนได้ ปลอดโปร่ง กันแมลงได้ สามารถรับแสงแดดได้ตลอดทั้งวัน การวางตำแหน่งที่ตั้งของโรงเรือง จะต้องวางตำแหน่งที่ที่โล่งไม่แออัดหรือไม่มีต้นไม้ชนิดอื่นบังแสงแดด

ภาพที่ 3.8 โรงเรือนปลูกพืชทดลอง

2.4.3 ขั้นตอนการปลูก เตรียมก้อนปลูกสำเร็จรูปมา 4 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 7 ก้อน รวมทั้งหมด 28 ก้อน แยกออกมาเป็นแต่ละชนิดก้อนปลูกสำเร็จรูปแต่ละสูตร นำก้อนปลูกสำเร็จรูปลงแช่น้ำเพื่อไล่ฟองอากาศออกจากก้อนปลูกสำเร็จรูปแช่น้ำไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากที่นำก้อนปลูกมาทำการปลูกหอมแดง โดยการปลูกตามหมายเลขที่จับสลากขึ้นมาได้ ซึ่งทำการสุ่มโดยการหยิบสลากตามหมายเลขก้อนปลูกสำเร็จรูป และวางตามตำแหน่งปลูก นำหัวหอมที่ได้คัดเลือกไว้แล้วลงปลูกในก้อนปลูกสำเร็จรูป วางเรียงก้อนปลูกในโรงเรือนตามตำแหน่งที่จับสลากได้ และกำหนดเวลาในการเก็บข้อมูล

ภาพที่ 3.9 ตำแหน่งการวางก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป (CRD)

2.5 การเก็บข้อมูล

2.5.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนและหลังปลูก

1) สมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีวัตถุ คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน จากการนำก้อนปลูกสำเร็จรูปไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีงานบริการตรวจสอบดิน สาขาปฐพีพืชศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเก็บตัวอย่างก้อนปลูกก่อนและหลังทำการทดลอง

2) สมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ได้แก่ ความหนาแน่นรวม และความสามารถในการดูดซึมน้ำ

(1) ความหนาแน่นรวมของก้อนปลูกสำเร็จรูป การหาความหนาแน่นรวม นำก้อนปลูกสำเร็จรูปที่ตากแห้ง หรืออบเรียบร้อยแล้วมาชั่งน้ำหนักทำการบันทึกผล (Ms) จากนั้นวันขนาดของวัสดุก้อนปลูก ทำการคำนวณหาปริมาตรของวัสดุก้อนปลูก (Vs) และนำผลที่ได้ทั้งหมดไปคำนวณหาความหนาแน่น (ρs) รวมของวัสดุก้อนปูลกสำเร็จรูปจากสมการ ดังนี้

สมการคำนวณค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุ

$\rho s = (ms) / (Vs)$

เมื่อ ρs = ความหนาแน่นของวัสดุ (g/cm3)

ms = มวลของวัสดุ (gram)

Vs = ปริมาตรของวัสดุ (cm3)

(2) การดูดซึมของน้ำ นำก้อนปลูกสำเร็จรูป ซึ่งตากแห้งแล้วไปชั่งน้ำหนักจดบันทึกค่า (Wd) จากนั้นนำก้อนปลูกสำเร็จรูปไปแช่น้ำให้อิ่มตัว ประมาณ 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำส่วนเกินที่ชิ้นงานดูดซับไว้หมด สังเกตได้ จากไม่มีน้ำหยดจากก้อนปลูกสำเร็จรูป จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง จดบันทึกค่าที่ได้ เป็นน้ำหนักของวัสดุก้อนปลูกที่อิ่มน้ำ (Ws) นำค่าที่ได้ทั้งหมด มาคำนวณหาการดูดซับน้ำของตัวอย่างชิ้นงาน

จากสูตร $w = (Ws-Wd)x100 / Wd$

W คือ ร้อยละของการดูดซับน้ำ (เปอร์เซ็นต์)

Ws คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่อิ่มน้ำ (กรัม)

Wd คือ น้ำหนัก ของตัวอย่างที่แห้ง (กรัม)

2.5.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแดง การเก็บข้อมูล จำนวนใบ ความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียมสูงจากดิน 1 เซนติเมตร โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 7 วัน ทำการวิเคราะห์หาการเจริญเติบโตทุก ๆ 14 วันหลังการปลูก 14 28 42 60 ตามลำดับ จบครบระยะเวลา 60 วัน และหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต เก็บข้อมูลจำนวนใบ ความสูงต้น (ความยาวใบ) เส้นผ่านศูนย์กลางหัวหอม ความยาวราก (วัดจากโคนหอมแดงจนถึงปลายราก) และน้ำหนักรวมทั้งหมดของหอมแดง (น้ำหนักสด)

2.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan’s new multiple-rang test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

การวิจัยเชิงทดลองเรื่องการพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปและก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

1. การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2. การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

1.การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

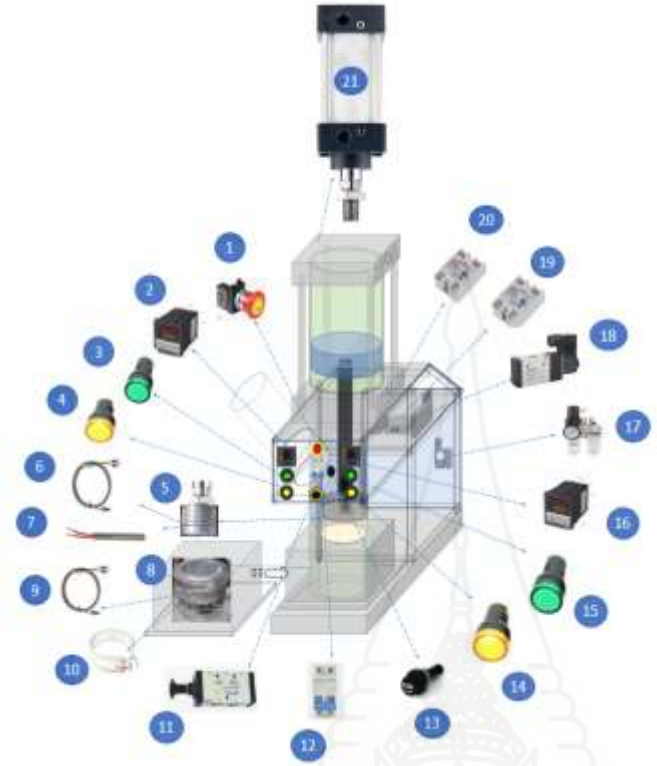
1.1 การออกแบบเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

เครื่องกดอัดระบบกึ่งอัตโนมัตินิวเมติก มีโครงสร้างสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร รูปตัว C เหล็กฉากโครงสร้างขนาด 1.5 นิ้ว SS-400 มีค่าความด้านทานแรงดึงสูงสุด 400 MPa ทำงานด้วยระบบนิวเมติก กระบอกนิวเมติก รุ่น SC-160x400 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กระบอก 6 นิ้ว หรือ 160 มิลลิเมตร ระยะชักของก้าน 20 นิ้วหรือ 400 มิลลิเมตร ก้านชักขนาดโต 1.5 นิ้วหรือ 35 มิลลิเมตร กระบอกลมจะวางตั้งแนวดิ่งอยู่ส่วนบนของโครงสร้างก้านชักยึดดันลงแนวดิ่ง 90 องศา ลักษณะ แม่พิมพ์บน และ แม่พิมพ์ล่าง ทำมาจากอลูมิเนียมหล่อขึ้นรูป โดยแม่พิมพ์ตัวบนจะเป็นทรงกระบอกแท่งกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร เจาะรูฝังใน heater rod และหัวจับความร้อนหรือ Thermocouple ประกอบแม่พิมพ์ตัวบนเข้ากับก้านอัด จะต้องมีฉนวนป้องกันการแผ่ความร้อนจากแม่พิมพ์ไปหาก้านอัดโดยใช้ฉนวนกันความร้อนแบบแผ่นกั้นกลางระหว่างแม่พิมพ์กับก้านอัด และแม่พิมพ์ตัวล่างจะเป็นแบบทรงกระบอกกลวงหรือเบ้า ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเบ้าเท่ากับ 10 เซนติเมตร ลึกลงไปทรงกระบอก 10 เซนติเมตร รอบนอกแม่พิมพ์รัดด้วยแผ่น Heater plate และหัววัดความร้อน Thermocouple การประกอบแม่พิมพ์ตัวล่างกับชุดกันความร้อน (ฉนวน) ซึ่งมีรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่าขนาด 15x15 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ด้านในบุด้วยฉนวนกันความร้อน เพื่อกันความร้อนแผ่ออกมาด้านนอกและป้อนกันอันตรายจากการสัมผัส จากนั้นได้ทำการสร้างเครื่องต้นแบบผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป เพื่อทำการทดลองผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป โดยการใช้ Temp controller ส่งคำสั่งไปหา SSR เพื่อทำการตัดต่อไฟฟ้าเข้าระบบ Heater และไฟฟ้าต้นกำลังอีกส่วนจะแยกไปหา Solenoid valve ของลมต้นกำลังที่จะเข้าระบบควบคุมนิวเมติก เพื่อตัดแรงดันลมหรือปล่อยแรงดันลมด้วยความดันที่ 100 psi เข้ากระสูบไปกดอัดก้านกระบอกสูบลงไปดันแม่พิมพ์ ดังนั้นการออกแบบวงจรแบบควบคู่ต้องมีความสัมพันธ์กันทั้ง 2 ระบบ

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในเครื่องอัดก้อนปลูกสำเร็จรูป

รายการ	ตำแหน่งติดตั้ง	รายละเอียด
1. สวิทช์ Emergency	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	ตัดระบบไฟฟ้าและระบบนิวเมติกในกรณีฉุกเฉิน
2. Temp control แม่พิมพ์ตัวบน	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	ควบคุมอุณภูมิให้ได้ตามค่าที่ตั้ง
3. หลอดไฟฟ้าสีเขียว	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	แสดงสถานะพร้อมใช้งาน
4. หลอดไฟฟ้าสีเหลือง	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	แสดงสถานะกำลังทำงาน
5. แม่พิมพ์ตัวบน	ติตตั้งอยู่ปลายแกนกด	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ทำหน้าที่กดอัดกับแม่พิมพ์ตัวล่าง ขึ้นรูปก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป
6. สายสัญญาณและหัวจับความร้อนแม่พิมพ์ตัวบน	ติดตั้งฝังอยู่ในแม่พิมพ์	ส่งสัญญาณไปหา Temp control
7. แท่งทำความร้อน แม่พิมพ์ตัวบน	ติดตั้งฝังอยู่ในแม่พิมพ์	ระบบไฟฟ้าทำความร้อน 400 วัตต์
8. แม่พิมพ์ตัวล่าง	ติดตั้งโดยยึดติดกับฐานล่างของเครื่อง อยู่ในกล่องเหล็กสี่เหลี่ยมหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน	ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร
9. สายสัญญาณและหัวจับความร้อนแม่พิมพ์ตัวล่าง	ติดตั้งยึดเกลียวฝังอยู่ในแม่พิมพ์	ส่งสัญญาณไปหา Temp control
10. แผ่นทำความร้อนแม่พิมพ์ตัวล่าง	ติดตั้งยึดเกลียวอยู่รอบแม่พิมพ์	ระบบไฟฟ้าทำความร้อน 400 วัตต์
11. วาล์ลมแบบ 5/2, Air solenoid valve 5/2 port	ติดตั้งอยู่ในโครงสร้างด้านหลัง	ปิด-เปิด แรงดันลมไปเข้ากระบอกลม
12. Beaker ควบคุมไฟฟ้า	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	ตัดหรือปล่อยพลังงานไฟฟ้าไปให้ระบบควบคุม
13. ฟิวส์	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	เป็นอุปกรณ์ Safety เพื่อตัดระบบในกรณีไฟฟ้าลัดวงจร

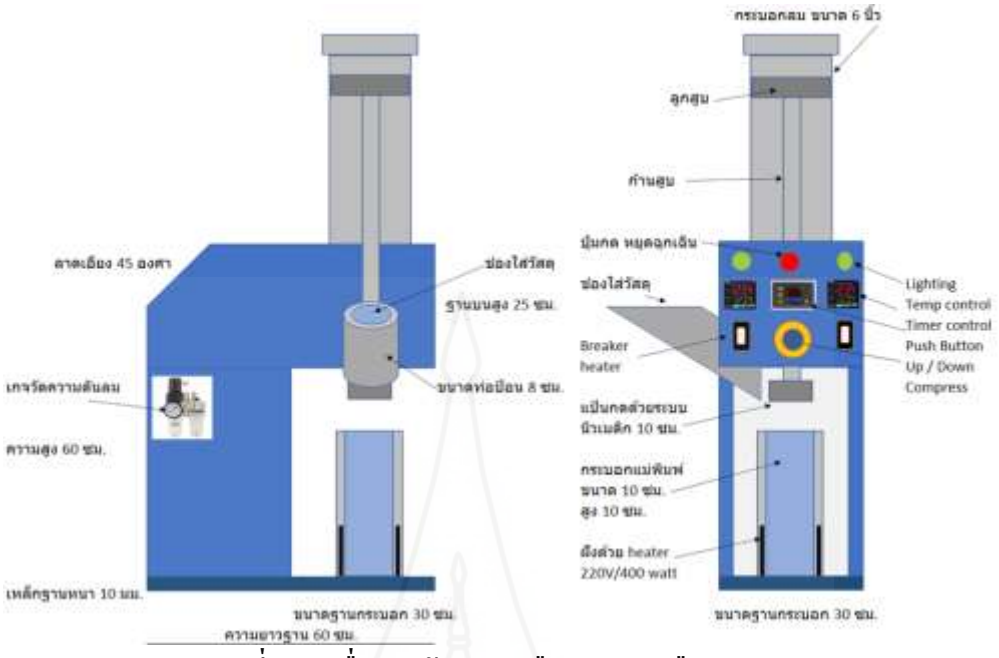
รายการ	ตำแหน่งติดตั้ง	รายละเอียด
14. หลอดไฟฟ้าสีเหลือง	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	แสดงสถานะกำลังทำงาน
15. หลอดไฟฟ้าสีเขียว	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	แสดงสถานะพร้อมใช้งาน
16. Temp control แม่พิมพ์ตัวล่าง	ติดตั้งอยู่ด้านหน้าแผงควบคุม	เมื่ออุณภูมิได้ตามค่าที่ตั้งไว้ ทำการตัดระบบไฟฟ้าที่ส่งไฟหา SSR
17. Air regulator สำหรับปรับลม	ติดตั้งอยู่ด้านหลังตัวเครื่อง	ปรับแรงดันลมให้ได้ตามที่ตั้งค่า
18. วาล์วลมไฟฟ้า 3/2 Air solenoid valve 3/2 port	ติตตั้งอยู่ในโครงสร้างของเครื่อง	ตัดระบบลมทั้งหมดในกรณีฉุกเฉิน หรือกรณี Emergency switch Activate
19. SSR Solid state relay แม่พิมพ์ตัวบน	ติตตั้งอยู่ในโครงสร้างของเครื่อง	จ่ายกระแสไฟฟ้าไปหาชุดทำความร้อน Heater
20. SSR Solid state relay แม่พิมพ์ตัวบน	ติตตั้งอยู่ในโครงสร้างของเครื่อง	จ่ายกระแสไฟฟ้าไปหาชุดทำความร้อน Heater
21. กระบอกนิวเมติก ขนาด 6 นิ้ว	ติดตั้งอยู่บนตัวเครื่องแนวดิ่ง	ดันลูกสูบก้านกด ขึ้น-ลง เพื่ออัดขึ้นรูป) ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป



รายการอุปกรณ์ของเครื่องอัดก้อนปลูกสำเร็จรูป

1 . สวิทช์กด Emergency
2 . Temp controller แม่พิมพ์ตัวบน
3 . หลอดไฟแสดงสถานะ พร้อมใช้งาน
4 . หลอดไฟแสดงสถานะ กำลังทำความร้อน
5 . แม่พิมพ์ตัวบน
6 . สายสัญญาณและหัวจับความร้อนแม่พิมพ์ตัวบน
7 . แท่งทำความร้อน Heater Rod แม่พิมพ์ตัวบน
8 . แม่พิมพ์ตัวล่าง
9 . สายสัญญาณและหัวจับความร้อนแม่พิมพ์ตัวล่าง
10 . แผ่นทำความร้อน Heater plate แม่พิมพ์ตัวล่าง
11 . วาล์วลม แบบ 5/2 กด 3 จังหวะ
12 . Beaker ควบคุมไฟฟ้า
13 . ฟิวส์
14 . หลอดไฟแสดงสถานะ กำลังทำความร้อน
15 . หลอดไฟแสดงสถานะ พร้อมใช้งาน
16 . Temp controller แม่พิมพ์ตัวล่าง
17 . Regulator ปรับลม
18 . วาล์วลมไฟฟ้า แบบ 3/2
19 . SSR Solid state relay แม่พิมพ์ตัวบน
20 . SSR Solid state relay แม่พิมพ์ตัวล่าง
21 . กระบอกนิวเมติก

ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป



ภาพที่ 4.2 เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป

ขั้นตอนการอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

1) ป้อนวัสดุเข้าเต็มกระบอก
2) ตั้งค่าแรงดันลมที่ 100 psi
3) ตั้งค่าความร้อนที่อุณหภูมิที่ 130 องศาเซลเซียส
4) กดสวิทต์ลมเพื่อทำการกดวัสดุเข้าแม่พิมพ์ แช่ไว้ประมาณ 30 วินาที
5) กดสวิทต์ลมขึ้น ทำซ้ำ ข้อที่ 1-4 จำนวน 3 รอบ
6) นำผลิตภัณฑ์ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปออกจากแม่พิมพ์
7) นำก้อก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปไปตากแดดให้แห้งหรือเข้าเครื่องอบแห้ง

1.2 ประสิทธิภาพของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

การผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปได้เฉลี่ย 1 ก้อนใช้เวลา 2 นาที ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงถึง 240 ก้อน ต่อ 1 วันนั้นจะต้องมีการทดลองหาความดันลมที่เหมาะสม และ การทดสอบอัตราซึมของน้ำที่ความดันที่แตกต่างกัน ผลการทดสอบที่ความดัน 90,100,110 และ 120 psi จากผลเฉลี่ยอัตราการผลิตต่อก้อนคือ 2.05,1.90,1.98 และ 1.95 นาทีต่อก้อนตามลำดับ จากการเปรียบเทียบพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 อัตราการผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

ความดัน(psi)	อัตราการผลิต (นาที ต่อ ก้อน)			
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**	**สูตรที่ 4**
90 psi	2.05	2.05	2.05	2.05
100 psi	2.00	2.00	2.00	2.00
110 psi	1.98	1.98	1.98	1.98
120 psi	1.95	1.95	1.95	1.95
T-test	Ns	ns	ns	ns

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

1.2.1 การทดสอบอัตราดูดซึมน้ำ อัตราการดูดซึมน้ำของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปที่ความดันที่แตกต่างกัน ผลการทดสอบที่ความดัน 90, 100, 110 และ 120 psi อัตราการดูดซึมน้ำของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป เท่ากับ 2.00, 1.90, 1.83 และ 1.75 นิ้ว/ชั่วโมง ตามลำดับผลการเปรียบเทียบพบว่า ที่ความดัน 100 psi กับความดันอื่น ๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $p<0.01$ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.3 อัตราการซึมผ่านของน้ำ

ความดัน (psi)	อัตราการซึมผ่านของน้ำ(นิ้วต่อชั่วโมง)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
90 psi	2.2a	1.7a	2.1a	2.0a
100 psi	2.0b	1.6b	2.0b	2.0a
110 psi	1.9c	1.6b	1.9c	1.9b
120 psi	1.9c	1.5c	1.8d	1.8c
T-test	**	**	**	**

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

1.2.2 การคำนวนหาค่าไฟฟ้า จากการใช้เครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปซึ่งเครื่องอัดมีประสิทธิภาพสูง ทำการผลิตได้ตามที่ออกแบไว้ โดยเครื่องผลการทดลองใช้เครื่องอัดระบบกึ่งอัตโนมัติสามารถผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปได้เฉลี่ย 1 ก้อนใช้เวลา 2 นาที ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงถึง 240 ก้อน ต่อ 1 วัน จากการคำนวณกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะพบว่าการใช้กำลังไฟฟ้ามาผลิตก้อนวัสดุปลูกพืชสำเร็จรูป 240 ก้อน ค่าสิ้นเปลืองคำนวนเป่นเงิน จานวน 121.6 บาท เฉลี่ย 0.66 บาทต่อการผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป 1 ก้อน (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 อัตราการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า

อัตราการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าของอุปกรณ์ในเครื่องอัดสูตรวัสดุปลูก					
	วัตต์	ชั่วโมงทำงาน	จำนวนหน่วยไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้าหน่วยละ	ค่าไฟฟ้า (บาท/วัน)
เครื่องปั้มลม	1500	8	12	8	64
Heater 2 ตัว	800	8	6.4	8	51.2
อุปกรณ์ควบคุม	100	8	0.8	8	6.4

1.2.3 การทดสอบความหนาแน่นของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป หลังจากการอัดด้วยความดันลมที่ 100 psi จากนั้นทำการทดสอบหาความหนาแน่นรวมของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปจากสูตรต่างทั้งหมด 4 สูตร โดยการก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปที่ตากแห้งแล้ว มาคำนวน ใช้สูตรคำนวณหารการความหนาแน่น ดังนี้

db = msd / vts

db = ความหนาแน่นรวมของดิน

msd = มวลของดิน หาได้จากการนำเอาดินแห้งไปชั่ง มีหน่วยเป็นกรัมหรือปอนด์

vts = ปริมาตรรวมของดินหาได้จากการนำเอาดินแห้งไปแทนที่น้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรหรือลูกบาศก์ฟุต

พบว่าก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 4 มีความหนาแน่นสูงสุด 0.82 g/cm3 รองลงมาคือสูตรที่ 2 กับ 3 ความหนาแน่น 0.80 g/cm3 ส่วนสูตรที่มีค่าความหนาแน่นต่ำสุด คือ สูตรที่ 1 มีความหนาแน่น 0.78 g/cm3 โดยเหนียวคำ คำมีนาที (2555) คุณสมบัติที่ดีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปควรมีความหนาแน่นรวม (bulk density) มีค่าระหว่าง 0.15-1.3 g/cm^3 จากการก็บข้อข้อมูลและรายละเอียด (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.5 การทดสอบความหนาแน่นรวม

ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป	**ความหนาแน่นรวม (g/cm^3)**
สูตรที่ 1	0.78
สูตรที่ 2	0.80
สูตรที่ 3	0.80
สูตรที่ 4	0.82
T-test	Ns

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

1.3 วิจารณ์การพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป จากการออกแบบเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปที่มีขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ทำงานด้วยระบบนิวเมติก กระบอกนิวเมติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กระบอก 6 นิ้ว หรือ 160 มิลลิเมตร ระยะชักของก้าน 20 นิ้วหรือ 400 มิลลิเมตรใช้แรงลมอัด 100 psi หรือ 1240 kgf ควบคุมการทำงานโดยระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ ใช้ solenoid valve 5/2 เปิดแรงดันลมที่ความดันที่ 100 psi ไปกดก้านดันแม่พิมพ์ตับนลงไปอัดกับแม่พิมพ์ตัวล่าง เพื่อให้ได้ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ความสูง 10 เซนติเมตร และมีประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป สามารถผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปต่อเนื่องได้ตลอด 8 ชั่วโมงต่อวัน ความเร็วในการผลิตก้อนปลูกพืช 2 นาทีต่อก้อน กำลังการผลิต 240 ก้อนต่อวัน และค่าไฟฟ้าวันละ 121.6 บาท ซึ่งมีความใกล้เคียงกับ บัณฑิต จิตรจานงค และคณะ (2559) ที่ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกทดแทนกาบมะพร้าวสำหรับกล้วยไม้ โดยเครื่องต้นแบบมีความสามารถในผลิตก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ได้ 25 ก้อน/ชั่วโมง

2. การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทั้งหมด 4 ทรีตเมนท์ ทรีตเมนท์ละ 7 ซ้ำ รวมทั้งหมด 28 หน่วยทดลอง ทรีตเมนท์ที่ใช้ในการทดลอง คือก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปพืชสำเร็จรูป 4 สูตร ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำการผสมสูตรให้ได้ตามอัตราส่วนที่วางแผนไว้ตามที่ระบุ สูตรผสมดินข้างล่างนี้

1) ก้อนปลูกการค้า (Magic block) เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร

2) ก้อนปลูกผสม ถ่านชีวภาพ: ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: และปุ๋ยคอก 1:2:1:1

3) ก้อนปลูกผสม โคโค่พีช: ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: และปุ๋ยคอก 1:2:1: 1:1

4) ก้อนปลูกผสม ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: ฟางข้าวหมัก: และปุ๋ยมูลไส้เดือน 2:1:1:1

2.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

2.1.1 สมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

โดยการทดสอบการก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปที่ตากแห้งแล้ว เก็บข้อมูลมาคำนวณหาความหนาแน่นรวมและความสามารถในการอุ้มน้ำ ของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปจากสูตรต่างทั้งหมด 4 สูตร ซึ่งได้ผลการทดสอบ ดังนี้

1) ความหนาแน่นรวม (bulk density) ของวัสดุเพาะสูตรต่าง ๆ วัสดุเพาะสูตรที่ 4 มีค่ามากที่สุด 0.82 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.80 g/cm^3

และสูตรที่ 1 มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.78 g/cm^3 จากผลการวิจัยเปรียบเทียบทางสถิติทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่าง (ตารางที่ 4.5)

2) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) วัสดุเพาะของสูตรต่าง ๆ พบว่า สูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 36.8% รองลงมาคือ สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 32.6 % สูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 25.4% และสูตรที่ 1 มีค่า 18.5% (ตารางที่ 4.5) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างสำคัญอย่างทางสถิตที่ค่า (P<0.01)

ตารางที่ 4.6 สมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป	ความหนาแน่นรวม (g/cm^3)	ความสามารถในการอุ้มน้ำ (%)
สูตรที่ 1	0.78	18.5d
สูตรที่ 2	0.80	25.4c
สูตรที่ 3	0.80	32.6b
สูตรที่ 4	0.82	36.8a
T-test	Ns	**

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

2.1.2 สมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนปลูก

จากผลการวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมี ทำการวิเคราะห์โดย งานบริการตรวจสอบดิน สาขาปฐพีศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ผู้วิจัยได้ทำการส่งตัวอย่างดินทั้งหมด 4 ทรีเมนต์ 3 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างและแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้การเปรียบ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %โดยวิธี DMRT จากการวิเคราะห์หาธาตุอาหารในก้อน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีของสูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปได้ข้อมูลดังนี้ (ตารางที่ 4.7)

1) สมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนปลูก

สมบัติทางเคมีของสูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนทำการปลูก ซึ่งได้ส่งดินไปตรวจสอบหาคุณสมบัติทางเคมีของสูตรปลูกแต่ละสูตร จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีของสูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังเก็บเกี่ยวได้ข้อมูลดังนี้ (ตารางที่ 4.6)

1.1) ความเป็นกรด-ด่าง หรือค่า (pH) ของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป พบว่าสูตที่ 1 มีค่าต่ำสุดคือ 5.87 เมื่อนำมาเปรียบกับสูตรที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีค่า pH 6.92, 7.16 และ 8.37 ตามลำดับพบว่าแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ ($p<0.01$) (ตารางที่ 4.6)

1.2) ค่าการนาไฟฟ้า (EC) พบว่าสูตรที่ 1 มีค่า EC สูงสุดคือ 6.86 mS/cm สูตรที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีค่า 2.93, 1.79 และ 2.44 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างสำคัญอย่างทางสถิตที่ค่า ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.6)

1.3) ค่า C/N ratio หรือ คาร์บอนต่อไนโตรเจน พบว่า ค่า C/N สูตรที่ 1 มีค่าต่ำสุด 6.64 ส่วนสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่าสูงถึง 32.7, 27.7 และ 39.45 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างสำคัญอย่างทางสถิตที่ค่า ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.6)

1.4) ค่า OC หรือ ปริมาณอินทรียคาร์บอน พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุด 26.4% ส่วนสูตรที่ 2, 3 และ 4 มี 20.10%, 11.40% และ 9.0% ตามลำดับเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างสำคัญอย่างทางสถิตที่ค่า ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.6)

1.5) ค่า OM หรือ ปริมาณอินทรีย์สาร พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุด 45.60% รองลงมาคือสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่า 34.62%, 19.64% และ 15.51% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิตที่ค่า ($p<0.01$)

1.6) ค่า N ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด สูตรที่ 1 มีค่า N สูงสุดคือ 3.98% ส่วนสูตรที่ 2 3 และ 4 มีค่า 0.61%, 0.41% และ 0.23% ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างทางสถิตอย่างสำคัญยิ่งที่ค่า ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.6)

1.7) ค่า P ปริมาณฟอสเฟต พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 0.81% ส่วนสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่า 0.16%, 0.25% และ 0.29% ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 กับสูตรอื่น ๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ค่า ($P<0.01$) ส่วนสูตรที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6)

1.8) ค่า K ปริมาณโพแทชเซี่ยม พบว่าสูตรที่ 1 มี่คาสูงสุด 2.32% ส่วนสูตรที่ 1 2 และ 3 มีค่า 2.08%, 1.21% และ 1.62% ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างสำคัญอย่างทางสถิตที่ค่า ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.7 สมบัติทางเคมีก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนปลูก

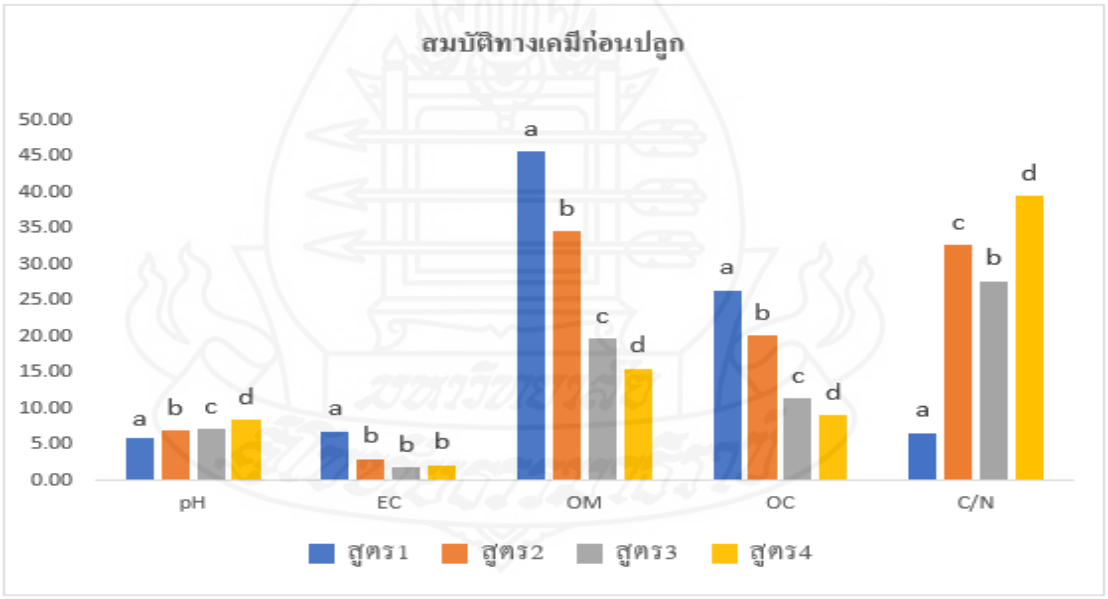
ตัวอย่าง	pH (1:10)	EC(1:10) (dS/cm)	OM	OC	N	P_2O_5	K_2O	C/N
			(%)					
สูตรที่1	5.87a	6.86a	45.60a	26.40a	3.98a	0.81a	2.32a	6.64a
สูตรที่2	6.92b	2.93b	34.62b	20.10b	0.61b	0.16b	2.08b	32.70c
สูตรที่3	7.16c	1.79b	19.64c	11.40c	0.41c	0.25b	1.21d	27.70b
สูตรที่4	8.37d	2.14b	15.51d	9.00d	0.23d	0.29b	1.62c	39.45d
T-test	**	**	**	**	**	**	**	**

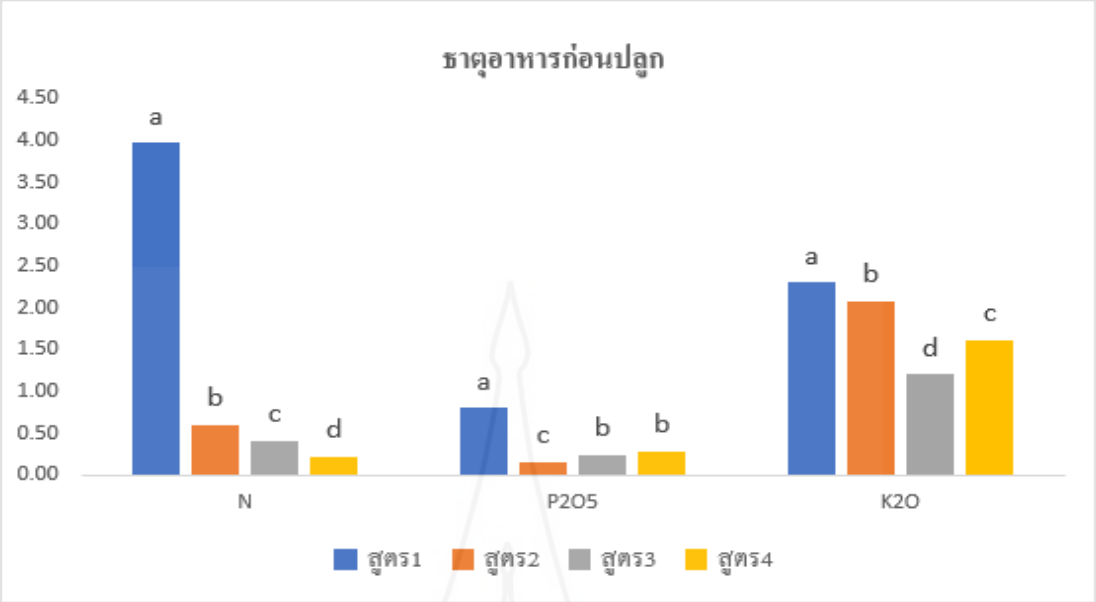
ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)





ภาพที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์เคมีก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนปลูก

2) สมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังปลูก

สมบัติทางเคมีของสูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังจากการเก็บเกี่ยว หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต 60 วัน จากนั้นได้ส่งดินไปตรวจสอบหาคุณสมบัติทางเคมีของสูตรปลูกแต่ละสูตร จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีของสูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังเก็บเกี่ยวได้ข้อมูลดังนี้ (ตารางที่ 4.7)

2.1) ความเป็นกรด-ด่าง หรือค่า (pH) สูตรที่ 1 มีค่าต่ำสุดคือ 6.15 สูตรที่ 2 มีค่า 7.80 สูตรที่ 3 มีค่า 7.30 และสูตรที่ 4 มีค่า 8.31 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบ พบว่าแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ ($p<0.01$) (ตารางที่ 4.7)

2.2) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูตรที่ 2 มีค่า EC สูงสุดคือ 0.62 mS/cm สูตรที่ 1, 4 และ 3 มีค่า EC 0.49mS/cm, 0.47mS/cm และ 0.35 mS/cm ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบ พบว่าแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ ($p<0.01$) (ตารางที่ 4.7)

2.3) ค่า C/N ratio หรือ คาร์บอนต่อไนโตรเจน พบว่า ค่า C/N สูตรที่ 4 มีค่าสูงสุด 31.47 รองลงมาคือสูตรที่ 2, 3 และ 1 มีค่า 29.52, 27.88 และ 8.68 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบ พบว่าแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ ($p<0.01$) (ตารางที่ 4.7)

2.4) ค่า OC หรือ ปริมาณอินทรียคาร์บอน พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุด 33.66% รองลงมาคือสูตรที่ 2 3 และ 4 มีค่า 18.63%, 12.26% และ 9.22% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิตที่ค่า ($p<0.01$) (ตารางที่ 4.8)

2.5) ค่า OM หรือ ปริมาณอินทรีย์สาร พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุด 58.04% รองลงมาคือสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่า 32.11%, 21.13% และ 9.00% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิตที่ค่า ($p<0.01$) (ตารางที่ 4.7)

2.6) ค่า N ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด สูตรที่ 1 มีค่า N สูงสุดคือ 3.88% รองลงมาคือสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่า 0.63%, 0.44% และ 0.29% ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างทางสถิตอย่างสำคัญยิ่งที่ค่า ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.7)

2.7) ค่า P_2O_5 ปริมาณฟอสเฟต พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 0.80% รองลงมาคือสูตร 3, 4 และ 2 ซึ่งมีค่า 0.23%, 0.22% และ 0.08% ตามลำดับ เมื่อนำสูตรที่ 1 มาเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.7)

2.8) ค่า K ปริมาณโพแทชเซี่ยม พบว่าสูตรที่ 2 มีค่าสูงสุดคือ 1.03% รองลงมาคือสูตร 1, 4 และ 3 ซึ่งมีค่า 0.77%, 0.57% และ 0.56% ตามลำดับ เมื่อนำสูตรที่ 2 มาเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนสูตรที่ 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.8 สมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังการเก็บผลผลิต

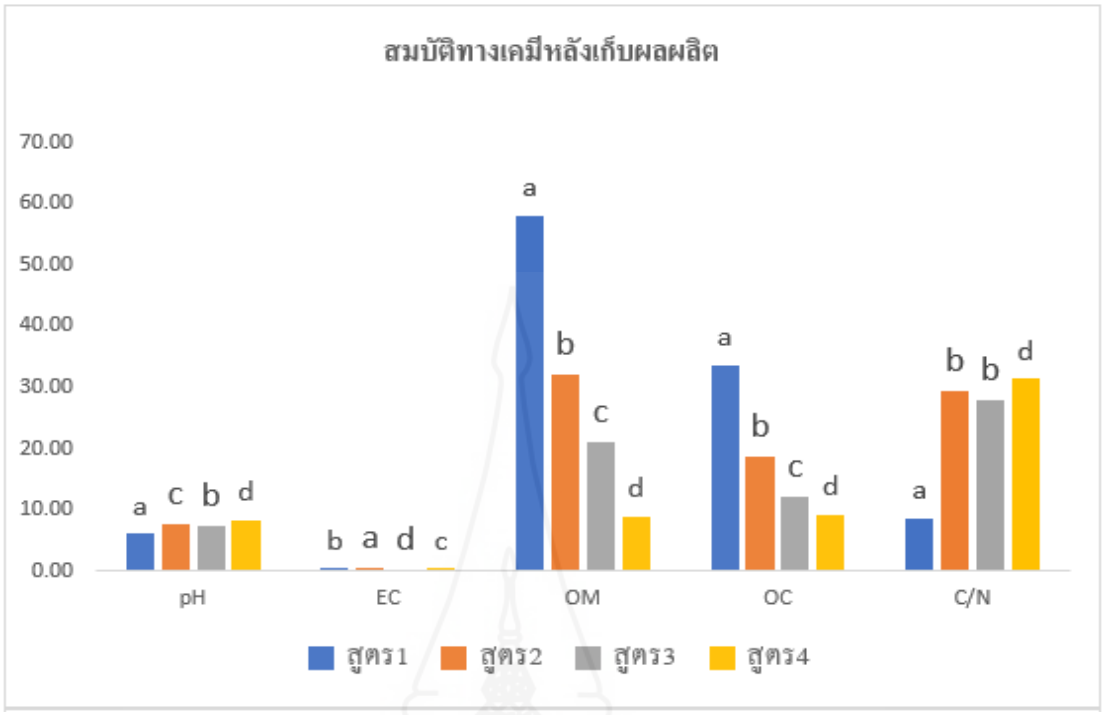
ตัวอย่าง	pH (1:10)	EC(1:10) (mS/cm)	OM	OC	N	P_2O_5	K_2O	C/N
			(%)					
สูตรที่ 1	6.15a	0.49b	58.04a	33.66a	3.88a	0.80a	0.77b	8.68a
สูตรที่ 2	7.80c	0.62a	32.11b	18.63b	0.63b	0.08c	1.03a	29.52c
สูตรที่ 3	7.30b	0.35	21.13c	12.26c	0.44c	0.23b	0.56c	27.88b
สูตรที่ 4	8.31d	0.47	9.00d	9.22d	0.29d	0.22b	0.57c	31.47d
T-test	**	**	**	**	**	**	**	**

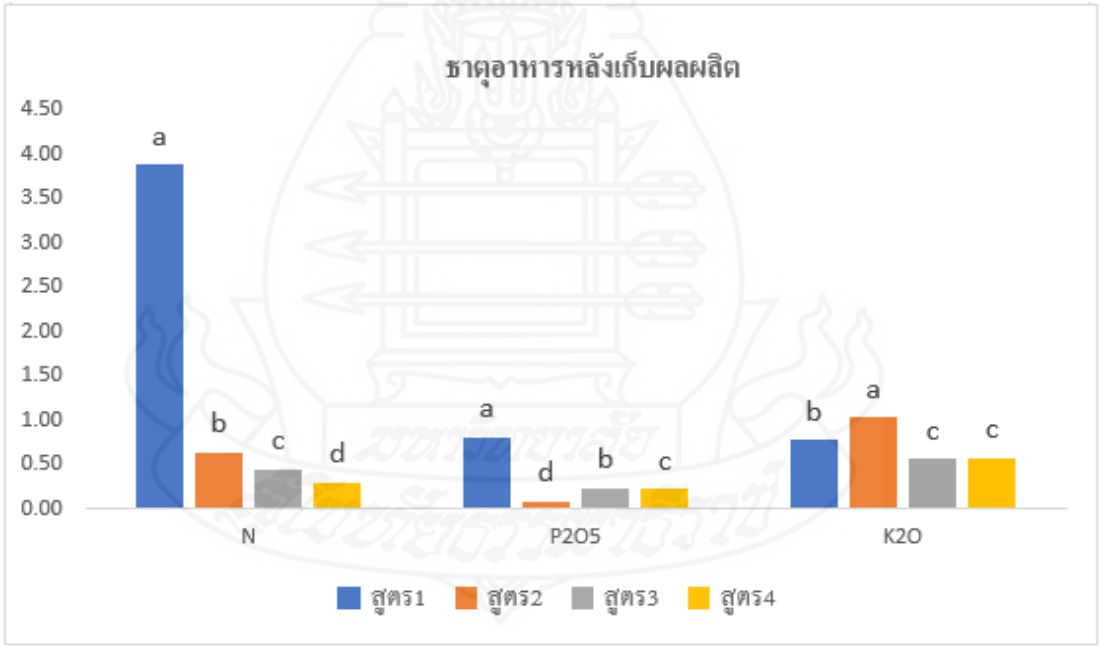
ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



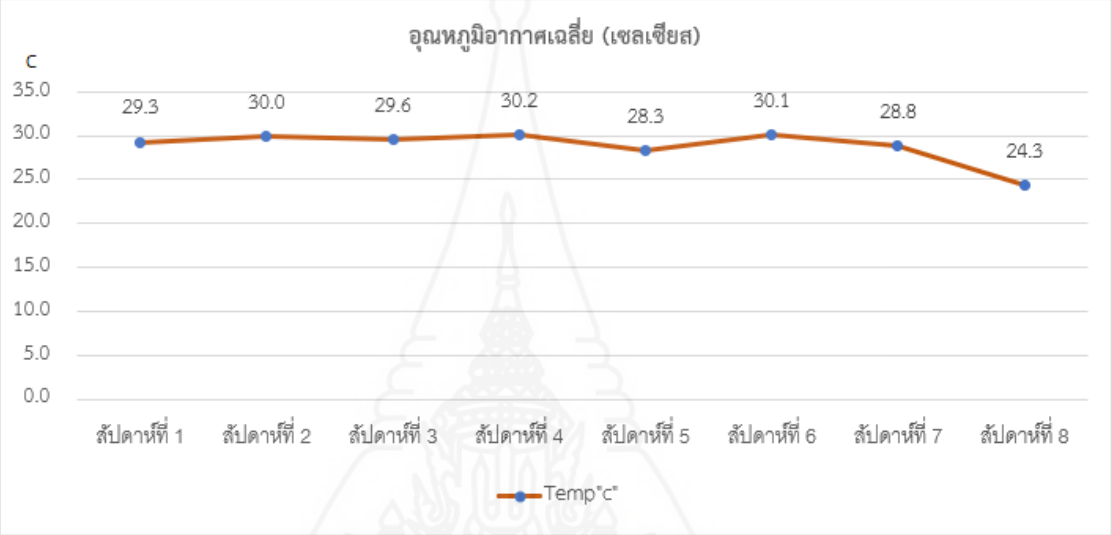


ภาพที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังเก็บผลผลิต

2.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแดง

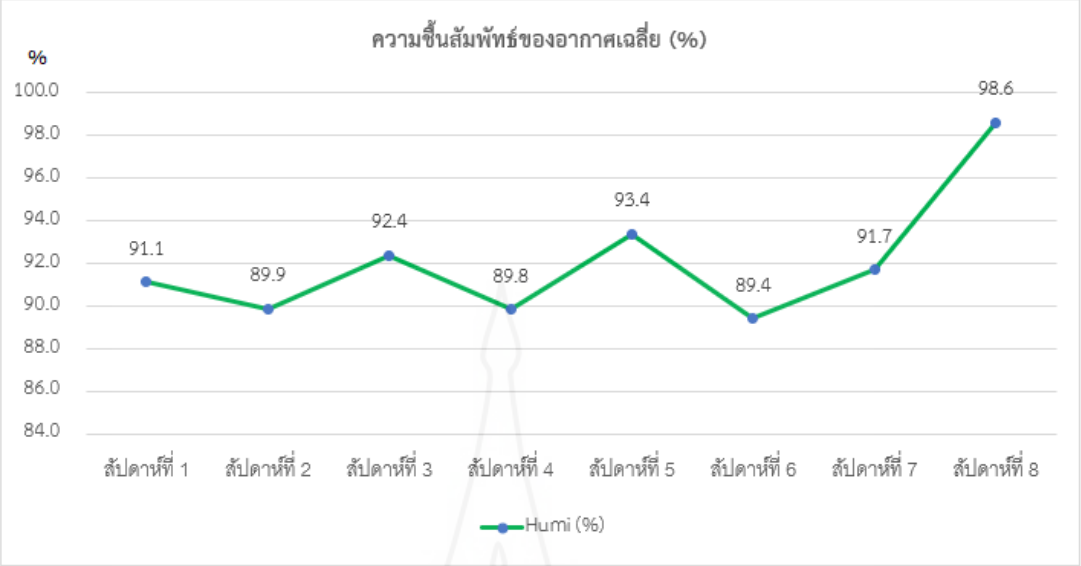
2.2.1 สภาพภูมิอากาศ

1) อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดในระหว่าง การทดลองเท่ากับ 30.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยต่ำสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 24.3 องศาเซลเซียส และตลอดการทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.8 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง

2) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายสัปดาห์ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยสูงสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 98.6 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยต่ำสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 89.4 เปอร์เซ็นต์ และตลอดการทดลองมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 92.0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.6 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง

2.2.2 การเจริญเติบโตของหอมแดง 14 วัน

1) จำนวนใบ การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 14 วันหลังการปลูก พบว่า จำนวนใบของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 12.42 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 1 มีจำนวนใบ เท่ากับ 7.57 ใบ สูตรที่ 4 มีจำนวนใบ เท่ากับ 0.71 ใบ และสูตรที่ 2 ไม่มีการงอกของใบ หมายถึงสูตรที่ 2 ไม่มีการเจริญเติบโตภายใน 14 วันนับตั้งแต่วันที่ปลูก (ตารางที่ 4.8.1)

2) เส้นผ่าศูนย์กลางที่โคนต้นเทียมของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8.1)

3) ความยาวใบของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\geq0.05$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีความยาวใบมากที่สุด เท่ากับ 8.92 เซนติเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 1 ความยาวใบ เท่ากับ 5.20 เซนติเมตร และสูตรที่ 2 ใบของหอมแดงไม่งอก (ตารางที่ 4.8.1)

ตารางที่ 4.8.1 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 14 วันหลังปลูก

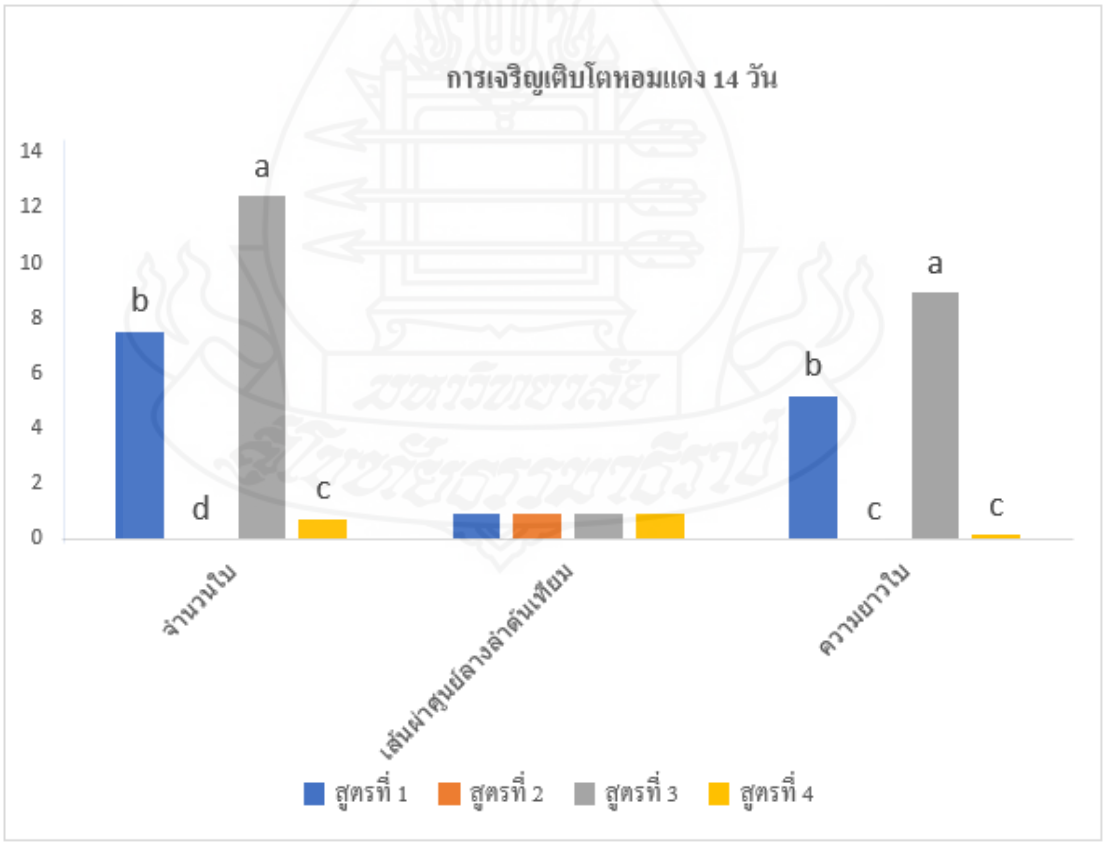
ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป	จำนวน (ใบ)	เส้นผ่านศูนย์ลำต้นเทียม (cm)	ความยาวใบ (cm)
สูตรที่ 1	7.57b[1/]	0.90	5.20b
สูตรที่ 2	0.00d	0.90	0.00c
สูตรที่ 3	12.42a	0.95	8.92a
สูตรที่ 4	0.71c	0.95	0.14c
T-test	**	ns	*

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 4.7.1 การเจริญเติบโตของหอมแดง 14 วัน

2.2.3 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 28 วัน

1) หอมแดงอายุ 28 วันหลังการปลูก พบว่า จำนวนใบของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 14.29 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 3 มีจำนวนใบ เท่ากับ 14.14 ใบ สูตรที่ 4 มีจำนวนใบ เท่ากับ 12.29 ใบ และสูตรที่ 2 มีการงอกของใบจำนวน 9.86 ใบ (ตารางที่ 4.8.2)

2) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียมหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ตารางที่ 4.8.2)

3) ความยาวใบของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p > 0.01$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีความยาวใบมากที่สุด เท่ากับ 1067 เซนติเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 1 ความยาวใบ เท่ากับ 8.19 เซนติเมตร และสูตรที่ 4 ความยาวใบอยู่ที่ 6.79 เซนติเมตร และสูตรที่ 2 มีความยาวใบน้อยที่สุดคือ 5.23 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.8.2)

ตารางที่ 4.8.2 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 28 วันหลังปลูก

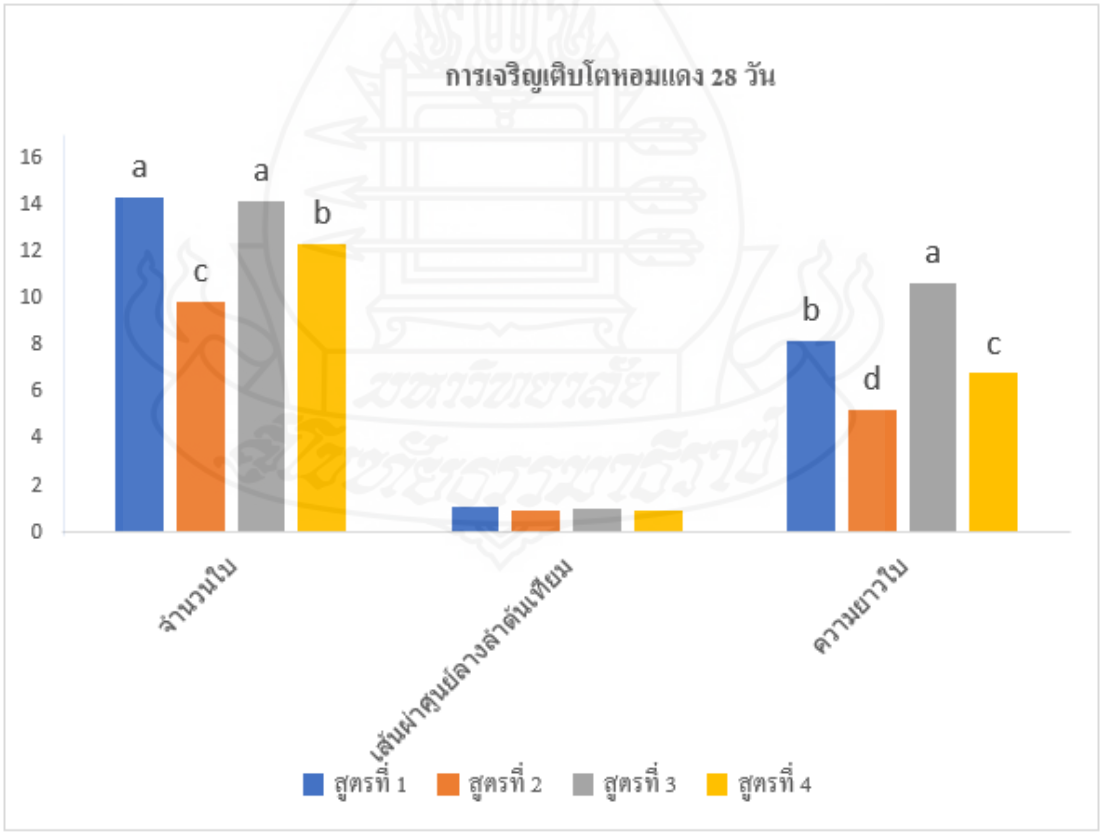
ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป	จำนวน (ใบ)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียม (cm)	ความยาวใบ (cm)
สูตรที่ 1	14.29a[1/]	1.08	8.19b
สูตรที่ 2	9.86b	0.90	5.23c
สูตรที่ 3	14.14a	1.01	10.67a
สูตรที่ 4	12.29b	0.97	6.79c
T-test	**	ns	**

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ P> เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05



ภาพที่ 4.7.2 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 28 วัน

2.2.4 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 42 วัน

1) หอมแดงอายุ 42 วันหลังการปลูก พบว่า จำนวนใบของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 22.32 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 3 มีจำนวนใบ เท่ากับ 22.10 ใบ สูตรที่ 4 มีจำนวนใบ เท่ากับ 19.20 ใบ และสูตรที่ 2 มีการงอกของใบจำนวน 15.40 ใบ (ตารางที่ 4.8.3)

2) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียมหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ มีแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 มีความโตของขนาดลำต้นเทียมมากที่สุดคือ 1.52 เซนติเมตร สูตรที่ 3 มีความโตลำต้นเทียมเท่ากับ 1.42 เซนติเมตร สูตรที่ 4 มีความโตเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมเท่ากับ 1.33 เซนติเมตร และสูตรที่ 2 มีความโตเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมเท่ากับ 1.22 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.8.3)

3) ความยาวใบของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.01$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีความยาวใบมากที่สุด เท่ากับ 26.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 1 ความยาวใบ เท่ากับ 14.40 เซนติเมตร และสูตรที่ 4 ความยาวใบอยู่ที่ 11.16 เซนติเมตร และสูตรที่ 2 มีความยาวใบน้อยที่สุดคือ 7.79 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.8.3)

ตารางที่ 4.8.3 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 42 วันหลังปลูก

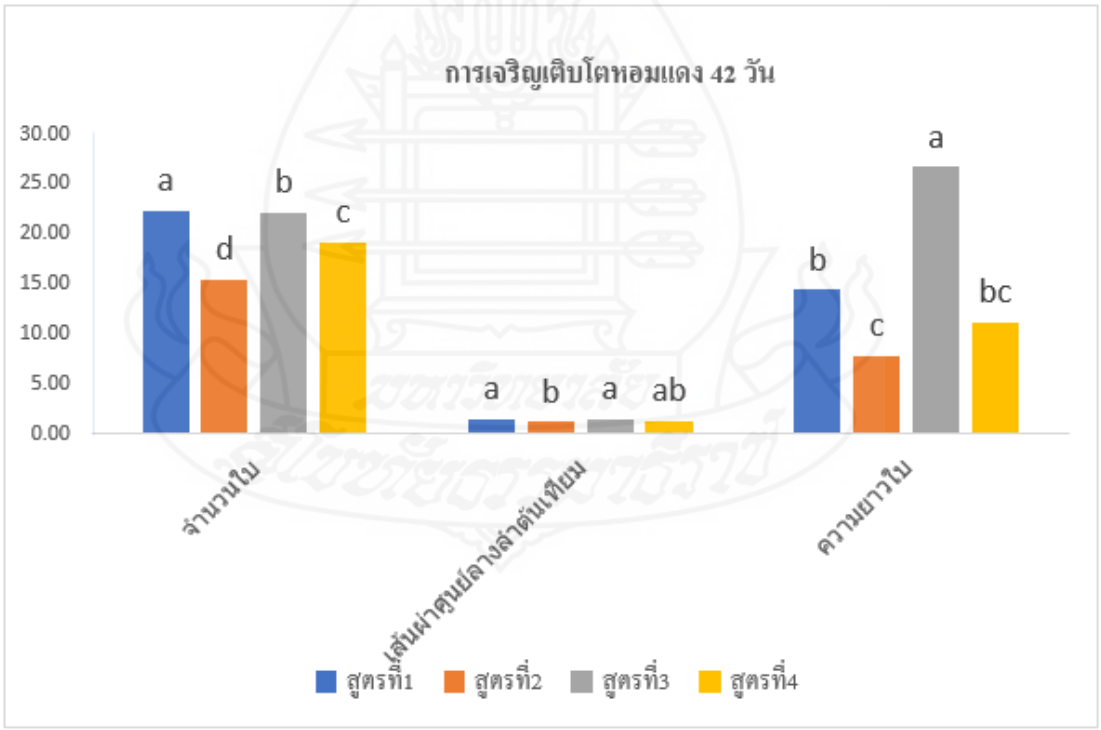
ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป	จำนวน (ใบ)	เส้นผ่านศูนย์ลำต้นเทียม (cm)	ความยาวใบ (cm)
สูตรที่ 1	22.32 a[1/]	1.52a	14.40b
สูตรที่ 2	15.40d	1.22b	7.79c
สูตรที่ 3	22.10b	1.42aa	26.67a
สูตรที่ 4	19.20c	1.33ab	11.16bc
T-test	**	*	*

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ P> เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 4.7.3 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 42 วัน

2.2.5 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 60 วัน

1) หอมแดงอายุ 60 วันหลังการปลูก พบว่าจำนวนใบของหอมแดงยังคงที่เท่ากับตอนที่ปลูกได้ 42 วัน เนื่องจากหอมแดงพร้อมที่จะให้ผลผลิตที่ จากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลจำนวนใบพบว่าการปลูกสูตรต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 22.32 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 3 มีจำนวนใบ เท่ากับ 22.10 ใบ สูตรที่ 4 มีจำนวนใบ เท่ากับ 19.20 ใบ และสูตรที่ 2 มีการงอกของใบจำนวน 15.40 ใบ (ตารางที่ 4.8.4)

2) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียมหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ มีแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยสูตรที่ 3 มีความโตของขนาดลำต้นเทียมมากที่สุด คือ 1.75 เซนติเมตร สูตรที่ 1 มีความโตลำต้นเทียมเท่ากับ 1.57 เซนติเมตร สูตรที่ 2 มีความโตเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมเท่ากับ 1.41 เซนติเมตร และสูตรที่ 4 มีความโตเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมเท่ากับ 1.38 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.8.4)

3) ความยาวใบของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.01$) โดยหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีความยาวใบมากที่สุด เท่ากับ 29.5 เซนติเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 3 ความยาวใบ เท่ากับ 29.0 เซนติเมตร สูตรที่ 4 ความยาวใบอยู่ที่ 26.0 เซนติเมตร และสูตรที่ 2 มีความยาวใบน้อยที่สุดคือ 24.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.8.4)

ตารางที่ 4.8.4 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 60 วันหลังปลูก

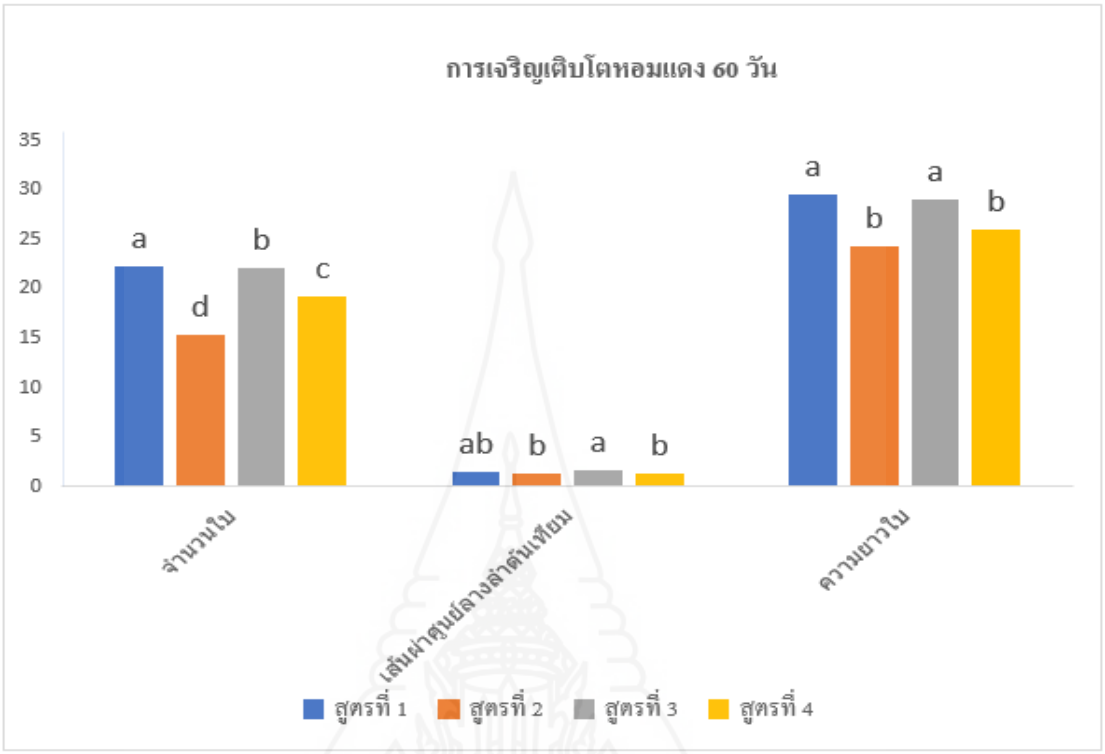
ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป	จำนวน (ใบ)	เส้นผ่านศูนย์ลำต้นเทียม (cm)	ความยาวใบ (cm)
สูตรที่ 1	22.32a	1.57ab	29.5b
สูตรที่ 2	15.40d	1.41b	24.3b
สูตรที่ 3	22.10b	1.75a	29.0a
สูตรที่ 4	19.20c	1.38b	26.0b
T-test	**	*	**

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 4.7.4 การเจริญเติบโตของหอมแดงอายุ 60 วัน

2.2.6 ผลผลิตของหอมแดง

1) รากของหอมแดงสูตรที่ 3 มีความยากกรากมากที่สุดคือ 9.50 เซนติเมตร รองลงมาคือสูตรที่ 2 มีความยาวราก 6.6 เซนติเมตร สูตรที่ 2 มีความจาวรากที่ 6.0 เซนติเมตร และสูตรที่ 4 มีความยาวรากน้อยสุด 4.9 เซนติเมตร และจากการชั่งน้ำหนักสดโดยรวมของหอมแดง พบว่าน้ำหนักของหอมแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยาวทางสถิติ (p>0.01) โดยการวัด พบว่าน้ำหนักของหอมแดงสูตรที่ 3 มีน้ำหนักมากสุดเท่ากับ 45 กรัม รองลองมาคือน้ำหนักรวมของสูตรที่ 1 มีน้ำหนักเท่ากับ 40 กรัม ส่วนที่สูตรที่ 4 มีน้ำหนักรวม 35 กรัม และสูตรที่ 2 มีน้ำหนักโดยรวมเท่ากับ 20 กรัม (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ผลผลิตของหอมแดง

สูตรก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป	การเจริญเติบโตเฉลี่ยหลังเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)		
	ความยาวราก (cm)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวหอม (cm)	น้ำหนัก (g)
สูตรที่ 1	4.9c	4.0ab	40b
สูตรที่ 2	6.0b	3.2b	20c
สูตรที่ 3	9.5a	4.2a	45a
สูตรที่ 4	6.6b	3.0b	35b
T-test	**	**	**

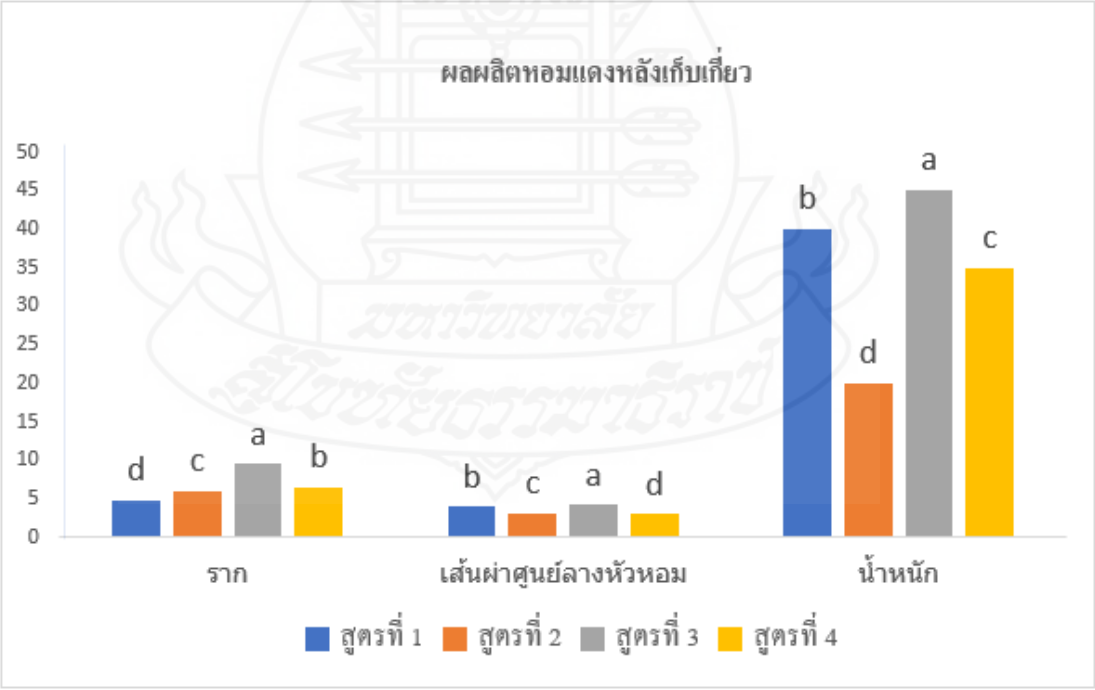
หมายุเหตุ น้ำหนักสดของหอมแดงรวมทั้งราก

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 4.7.5 ผลผลิตของหอมแดงหลังเก็บเกี่ยว

ผลและวิจารณ์การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

จากผลการทดลองพบว่า ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปมีสมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 4 มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด เท่ากับ 36.8 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p<0.05$) และความหนาแน่นของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีค่ามีความหนาแน่นต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p\geq0.05$) ส่วนสมบัติทางเคมีของก้อนปลูกสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีการนำไฟฟ้ามากที่สุด 6.47 dS/cm ค่า pH 5.87 สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน อินทรีย์คาร์บอน อินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด เท่ากับ 1.90%, 6.64%, 26.4 %, 45.60%, 0.81% และ 2.32% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p<0.05$) และการเจริญเติบโตของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียมหอมแดง ความยาวใบ ความยาวราก เส้นผ่านศูนย์กลางหัวหอม และน้ำหนักสดต้นและรากมากที่สุด เท่ากับ 1.75 เซนติเมตร 29.0 เซนติเมตร 9.5 เซนติเมตร 4.3 เซนติเมตร และ 45 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ($p<0.05$) ฉลอง เทพวิทักษ์กิจ (2551) รายงานว่า ค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน บ่งบอกถึงระยะเวลาในการย่อยสลายของเศษวัสดุที่เป็นเศษพืช ซึ่งถ้าวัสดุเศษพืชชนิดใด มีค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ จะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายเร็วกว่าที่มีค่า ที่มีค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง ถวิท ครุฑกุล และคณะ (2548) รายงานว่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ระหว่าง 6-6.5 สมภพ พานทอง (2556) รายงานว่าค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ค่าการนำไฟฟ้าจะผันแปรตามชนิดของอิออนบวกและอิออนลบ หรือปริมาณเกลือในสารละลาย ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกควรอยู่ในช่วง 1.5-3 mS/cm ฉลอง เทพวิทักษ์กิจ (2551) รายงานว่า ค่าอินทรียวัตถุที่อยู่ในวัสดุเพาะจะช่วยทำให้ส่งเสริมการจับตัวเป็นก้อน อุ้มน้ำ ป้องกันการกระทบเทือนรากจากแสงแดด ช่วยให้ธาตุอาหาร ดูดซับธาตุอาหาร ลดความเป็นพิษของเหล็กและอะลูมินัม และเป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ดิน ถวิท ครุฑกุล และคณะ (2548) รายงานว่า ไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อขาดไนโตรเจน จะชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นแข็งเปลี่ยนเป็นสีม่วง นิพนธ์ ไชยมงคล (ม.ป.ป.) รายงานว่า พืชต้องการฟอสฟอรัสในการเจริญของราก เมื่อขาดพืชจะชะงักการเจริญเติบโต และแคระแกร็น ถวิท ครุฑกุล และคณะ (2548) รายงานว่า โพแทสเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตควบคุมการคายน้ำและการปิดเปิดของปากใบ กรณีขาดธาตุโพแทสเซียม จะแสดงอาการที่ใบแก่ก่อน และชะงักการเจริญเติบโต

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.สรุปผลการวิจัย

1.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

เครื่องกดอัดระบบกึ่งอัตโนมัตินิวเมติกมีโครงสร้างสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ลักษะการสร้างเป็นรูปตัว C ซึ่งประกอบด้วยเหล็กฉากโครงสร้าง ขนาด 1.5 นิ้ว SS-400 ความแข็งแรงยืดหยุ่นตามมาตรฐานโครงสร้าง กระบอกลม Air cylinder ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ส่งผ่านแรงไปหา แกนกดขนาด 1.5 นิ้ว ซึ่งมีแรงกดสูงสุดถึง 1,509 kgf โดยมีต้นกำเนิดแรงลมจากถังผลิตลม Air compressor ถังลมขนาด 50 ลิตรเป็นแหล่งจ่ายพลังงานลม ผ่านรวมทั้งระบบ Emergency control system อยู่หน้าเครื่องเมื่อเกิดเหตุสามารถควบคุมตัดแหล่งพลังงานที่จะไปขับเคลื่อนกระบอกสูบ ระบบฉุกเฉินเป็น โซลินอยด์วาล์วควบคุมลมแบบ 3/2 normally close valve (NC) เมื่อระบบไฟฟ้าไม่ส่งกระแสมา วาล์วจะปิดลมทั้งหมดจะถูกกั้นไว้ไม่ให้เข้ามาในระบบเครื่องอัด เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ส่วนสำคัญของเครื่องอัดก้อนวัสดุปลูกอีกอย่างคือ แม่พิมพ์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือแม่พิมพ์ตัวบนกับตัวล่าง ซึ่งทั้ง 2 ตัวนี้จะประกอบไปด้วย Heater โดยใช้ระบบไฟฟ้าในการควบคุมจะใช้ 220 โวลล์หรือไฟฟ้าตามบ้านเรือนทั่วไป สามารถสร้างความร้อนได้ถึง 400 วัตต์ต่อตัว แผ่กระจายไปหาแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ตัวบนจะถูกจับยึดแน่นกับแกนกดอัดกระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงกดอัดลงที่แม่พิมพ์ตัวล่าง (เบ้า) ซึ่งจะถูกยึดติดกับฐานโครงสร้างของเครื่อง เพื่อรองรับรับการกดอัดจากแม่พิมพ์ตัวบน วงจรควบคุมระบบการทำงานของ Heater ทั้ง 2 ตัว ระบบไฟฟ้าจะผ่าน Main breaker ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญอีกตัวหนึ่ง จากนั้นจำผ่านฟิวส์เป็นอุปกรณ์ Safety อีกตัวจะตัดระบบเมื่อไฟฟ้าในระบบลัดวงจร สายไฟทั้ง 2 สายจะแยกออกเป็น 2 ส่วนเพื่อจ่ายพลังงานให้กับ Temp control และ SSR ซึ่งมีหน้าที่หลักคือจ่ายกระแสไฟฟ้าไปหา Heater โดยรับคำสั่งจาก Temp control ทำการตัดต่อระบบไฟฟ้าจากคำสั่งของ Temp control ส่วนอุปกรณ์อีกตัวในระบบคือ Timer ซึ่งมีหน้าที่จับเวลาเพื่อปลดปล่อยระบบให้กลับคือสภาพเดิม ซึ่งเมื่อคำนวณเงินทุนที่ลงทุนซื้ออุปกรณ์สำหรับสร้างเครื่องอัดวัสดุปลูกพืชสำเร็จรูปจะใช้ทุนประมาณ 32,000 ต่อ 1 เครื่อง

ขั้นตอนการการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูป เครื่องอัดขึ้นรูปชนิดนี้มีหลักการทำงานคือ ขั้นตอนแรกคือการป้อนวัตถุดิบเข้าหาเครื่องโดยป้อนเข้าช่องด้านข้างของเครื่อง จากนั้นปรับตั้ง

Temp control ที่ 130 องศาเซลเซียส ระบบจะควบคุม Temp control จะทำงานเพื่อควบคุมอุณหภูมิไว้ตามที่ต้องการ และปรับลมที่ความดันลม 100 psi จากนั้นกดปุ่มวาล์วลม เมื่อลมผ่านกระบอกนิวเมติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ลมจะกดลูกสูบ เพื่อนำแกนกดแม่พิมพ์ตัวผู้หรือแม่พิมพ์บน สร้างแรงกดขึ้นที่กระบอกนิวเมติก ทำให้แม่พิมพ์ชุดบนเคลื่อนลงมากดแม่พิมพ์ชุดล่าง โดยใสวัสดุที่ต้องการอัดขึ้นรูปอยู่ระหว่างกลางทั้ง 2 แม่พิมพ์ ซึ่งมีความร้อนแม่พิมพ์ที่อุณหภูมิที่ 130 องศาเซลเซียส ทิ้งเวลาไว้ประมาณ 30 วินาที เพื่อให้ความร้อนรอบนอกหลอมละลายเส้นใยของวัสดุเข้าเชื่อมจับกันจนสมารถขึ้นรูปแบบที่ต้องการ ส่วนด้านในของวัสดุก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปจะยังคงสภาพเดิมคือไม่ละลายเข้ากันเนื่องจากความร้อนไม่มากนัก หลังจากนั้นทำการดึงปุ่มลมเพื่อปลดปล่อยลมจากกระนิวเมติก แกนกดจะดันกลับคืนสภาพเดิมคือหดกลับมาอยู่ตำแหน่งเดิม จะทำซ้ำ 3 รอบในการกด โดยแต่ละรอบผู้วิจัยจะใส่วัตถุดิบที่นำมาอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป เมื่อได้ครบ 3 รอบแล้ว รวมเวลาในการผลิตแต่ละก้อนจะใช้เวลาทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 2 นาที ก้อนวัสดุปลูกจะได้ทรงกระบอกที่มีปริมาตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร นำก้อนวัสดุปลูกไปอบแห้งหรือตากแดดจนกว่าก้อนวัสดุปลูกจะแห้งสนิท

ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป เครื่องกดอัดระบบกึ่งอัตโนมัตินิวเมติก ซึ่งระบบการทำงานอกแบบสร้างเพื่อความสะดวก สร้างด้วยอุปกรณ์ที่มาตรฐาน มีสมรรถนะแข็งแรงทนทานและประสิทธิภาพในการผลิตสูง สามารถผลิตก้อนวัสดุปลูกได้ 2 นาทีต่อ 1 ก้อน ในการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวันผลิตก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปได้ถึง 240 ก้อนต่อวัน และในระยะเวลา 1 เดือน (30 วัน) มีกำลังการผลิตสูงสุดถึง 7,200 ก้อน ค่าสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าในการผลิตก้อนปลูกสำเร็จรูปมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 121.6 บาทต่อวัน

1.2 การพัฒนาก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป

1.2.1 สมบัติของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปทำมาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือจากวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่าย เช่น ขุยมะพร้าว ปุ๋ยคอก แกลบดำ ฟางข้าว ซึ่งที่มีความแตกต่างทางด้านธาตุอาหาร สมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพ การนำวัสดุเหลือนี้มาผสมกัน จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแต่สมบัติต่างทั้งหมดให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชก่อนที่จะนำมาอัดเป็นก้อนปลูกพืชสำเร็จรูป และเพื่อให้แน่ใจว่าก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปที่อัดออกมานั้นสมบัติต่างยังคงสภาพเดิมหรือเปลี่ยนไป จึงต้องส่งก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปไปตรวจสอบหาสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพและอื่น ๆ ที่สาขาปฐพีศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อให้แน่ใจว่า ก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปที่ผลิตออกมานั้นมีสมบัติครบถ้วน สามารถใช้แทนดินปลูก หรือทดแทนการใช้กระถางปลูกได้ จากที่ผู้วิจัยได้

ทำการทดลองทั้งหมดมี 4 สูตร ได้แก่ 1) ก้อนปลูกการค้า (Magic block) 2) ก้อนปลูกผสม ถ่านชีวภาพ : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ปุ๋ยคอก 1:2:1:1 3) ก้อนปลูกผสม โคโค่พีช : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ปุ๋ยคอก 1:2:1:1 และ 4) ก้อนปลูกผสม ฟางข้าวหมัก : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ปุ๋ยมูลไส้เดือน 1:2:1:1ผลการวิเคราะห์ก้อนปลูกสำเร็จรูป ได้รายละเอียดดังนี้

1) สมบัติของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปก่อนปลูก

(1) สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกสำเร็จรูป 4 สูตร พบว่า ก้อนปลูกสำเร็จรูปมีความหนาแน่นรวม 0.78 - 0.82 g/cm3 และก้อนปลูกสำเร็จรูปสูตรที่ 4 มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด เท่ากับ 36.8 % ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ส่วนสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีน้อยกว่าค่าที่เหมาะสม (35 - 50 %) และการดูดซึมน้ำอยู่ที่ค่าเฉลี่ยปานกลาง

(2) สมบัติทางกายภาพของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 4 มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด เท่ากับ 36.8 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p<0.05$) และความหนาแน่นของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีค่ามีความหนาแน่นต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p>0.05$) ส่วนสมบัติทางเคมีของก้อนปลูกสำเร็จรูปสูตรที่ 1 มีการนำไฟฟ้ามากที่สุด 6.47 dS/cm ค่า pH 5.87 สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน อินทรีย์คาร์บอน อินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด เท่ากับ 1.90%, 6.64%, 26.4 %, 45.60%, 0.81% และ 2.32% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ($p<0.05$)

2) สมบัติของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังปลูก จากผลการวิเคราะก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปหลังการปลูกพืชทดลองซึ่งธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีของก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปมีการเปลี่ยนไปจากเดิม และยังมีบางสมบัติไม่เปลี่ยน โดยวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในสูตรที่ 1 มีค่า EC, OM และธาตุอาหาร (N P K) ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่า N ทำให้มีค่า C/N ต่ำ สูตรที่ 2 มีค่า OM สูง ปริมาณธาตุอาหาร (N P K) ต่ำกว่าสูตรที่ 1 ทำให้ค่า C/N ค่อนข้างสูง และสูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 มีค่า OM และธาตุอาหารต่ำ (N) ทำให้ค่า C/N ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับ สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ซึ่งมีค่า C/N ต่ำกว่า (ค่า C/N ได้จากการเอาค่า OC(Organic carbon) หารด้วยค่า N ดังนั้นถ้าค่า N ลดลงจะทำให้ค่า C/N สูงขึ้นได้)

1.2.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตหอมแดง

การเจริญเติบโตของหอมแดงที่ปลูกในก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเทียมหอมแดง ความยาวใบ ความยาวราก เส้นผ่านศูนย์กลางหัวหอม และน้ำหนักสดต้นและรากมากที่สุด เท่ากับ 1.75 เซนติเมตร 29.0 เซนติเมตร 9.5 เซนติเมตร 4.3 เซนติเมตร และ 45 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่น ($p<0.05$)

2.ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

2.1 กระบอกลม ซึ่งมีจุดอ่อนแอ ที่สุดอยู่ที่ ซีลคอก้านอัด อาจจะมีการรั่วในกรณีใช้ความร้องสูงเกิน 130 องศาเซลเซียส

2.2 แม่พิมพ์ตัวบน ถ้าใช้อุณภูมิสูง อาจจะทำให้ผิวหน้าก้อนปลูกพืชสำเร็จรูปแข็งเกินควรลดหรือตั้งค่าอุณภูมิ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุนำมาอัด

2.3 การพัฒนาสูตรและกระบวนการเตรียมวัสดุที่จะนำมาผสมสูตร อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด

2.4 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนจึงควรนำผลการวิจัยไปพัฒนาต่อยอดและส่งเสริมให้เกิดการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เจมสุวรรรณ เพ็ชรประกอบ, พงศธร เพประโคน, ณัฐวุฒิ แก้วรัมย์ และหนึ่งฤทัย ปะเว. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค. วิทยานิพนธ์ปริญญา (สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://dspace.bru.ac.th/xmlui/handle/123456789/6224

ฉัตรชัย เอี่ยมพรสิน. (2560). เครื่องตัดหมี่กรอบอัดแท่ง Cutting Machine for Crispy Noodle Bar. สืบค้นจาก https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/kuengj/article/view/121454/92618

นายศรชัย สิทธิรักษ์ และ นายศุภกิจ ต้นวิบูลย์ศักดิ์. (2560). การหาค่าความถ่วงจาเพาะปรากฏของดิน (Apparent Specific Gravity ; As), สืบค้นจาก http://kmcenter.rid.go.th/kchydhome/documents/new2560/23.pdf

นงลักษณ์ แก้งคำม, เปรมฤทัย สืบสุนทร, กฤษฎา สินนา และอาทิตย์ วงศ์ณรัตน์. (2562). การออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์จากวัสดุในชุมชน Design and construction of animal feed pellet machine from community materials. สืบค้นจาก http://en.rmu.ac.th/enmis/upload/paper/1584806635.pdf

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์. (2558). การวิจัยและพัฒนาวัสดุปลูกสาหรับกล้วยไม้. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF GROWING MEDIAS FOR ORCHIDS. สืบค้นจาก Https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2138

ภัทรพงศ์ แหล่งไธสง, ณรงค์ พลสงบ, วีระศักดิ์ วุฒิวงค์ และ ศรายุธ ดนตรี. (2562). เครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ. สืบค้น 22 มกราคม 2563, จาก http://dspace.bru.ac.th/xmlui/handle/123456789/7691

เตือนใจ ปียัง, วรรณวิภา ไชยชาญ และ กตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์. (2561). การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จากตะกอนน้ำมันปาล์ม และวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด. สืบค้นจาก http://rdi.rmutsv.ac.th/rmutsvrj/download/year10/issue3-2561/download.php?file=497.pdf

สมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์ และ ธมยันตี ประยูรพันธ์. (2561). การออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มที่นำสู่ความเข้มแข็งของชุมชนและเศรษฐกิจฐานราก Design and Development of Food Packaging form Betel Husk to add Value for Strong Community and Economic Foundation. สืบค้นจาก http://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:144302

สราวุธ อินทร์จันทร์ กิตติพันธ์ บรรพต และพงศธร ประคองสิน. (2560). การเปรียบเทียบวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของเมล่อนพันธุ์กรีนเน็ตในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน. สืบค้นจาก http://ait.nsru.ac.th/stuResearch/re_20190315111639.pdf

สายชล พรมีอยู่ อัจฉรา จิตตลดากร และหฤษฎี ภัทรดิลก. (2563). ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีต่อการผลติผักบุ้งจีน. สืบค้นจาก https://www.stou.ac.th/thai/grad_stdy/masters/%E0%B8%9D%E0%B8%AA%E0%B8%AA/research/2nd/FullPaper/SCI/Oral/O-ST 038.pdf

สุเมธ รอดหิรัญ และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2557). การพัฒนาขุยมะพร้าวหมักเป็นวัสดุเพาะต้นกล้าแตงกวา. สืบค้นจาก https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=V_023.pdf&id=1684&keeptrack=1

สุมิตรา สุปินราช, อิศร์ สุปินราช, และรัชณีพร ศรีวันชัย. (2559). ผลวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของผีเสื้อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. สืบค้นจาก https://natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/sjps/fulltexts_supplementary/file_14899120062017031918 20.pdf

บัณฑิต จิตรจานงค์ และคณะ. (2559). วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกทดแทนกาบมะพร้าวสาหรับกล้วยไม้. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับพิเศษ 2, หน้า 57-60. สืบค้นจาก https://natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/sjps/fulltexts_supplementary/file_14880783332017022635 45.pdf

อภิสิทธิ์ ชิตวณิช, ปราโมทย์ พรสุริยา และ ธนาวัฒน์ เยมอ. (2562). วัสดุปลูกสำหรับการปลูกผักสลัด Red oak Mixed Medias for Growing Red oak Lettuce (5). สืบค้นจาก https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=92_Hor32.pdf&id=4126&keeptrack=6

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์. (2558). การวิจัยและพัฒนาวัสดุปลูกสาหรับกล้วยไม้. (กรมวิชาการเกษตร). สืบค้นจาก https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2138

เครือมาศ สมัครการ. (2553). แนวโน้มการสะสมคาร์บอนในดินที่ใช้ปลูกข้าวจากการใส่ฟางข้าวและฟางข้าวเผา. สืบค้นจาก https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/download/27011/22933/

สุมิตรา สุปินราชม และ อิศร์ สุปินราช. (2561). การวิจัยสูตรผสมสำหรับพืชที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกมีทั้งหมด 5 สูตรที่เหมาะ แก่การผสม. สืบค้นจาก https://www.agi.nu.ac.th/conference/agiscijournal/vegetable/10.สุมิตร สุปินราช 47_52.pdf

ปุณณวิทย์ หาญไพบูลย์ สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์ และ เรืองวิทย์ สว่างแก้ว. (2559). การปรับสภาพเบื้องต้นแบบต่อเนื่องของฟางข้าวและกากมันสำปะหลังด้วยน้ำภาวะใต้วิกฤต. สืบค้นจาก http://cmuir.cmu.ac.th/handle/6653943832/66505

อานัฐ ตันโช. (2558). หลักการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงระดับอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก https://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/tjsf/article/download/4410/2078/

อารีย์ คล่องขยัน. (2561). การพัฒนาถ่านชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่นโดยกระบวนการแยกสลายด้วยพลังงานความร้อนแบบไพโรไลซิสเพื่อเป็นพลังงานทดแทนและกักเก็บคาร์บอนในการปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน. สืบค้นจาก http://mis.nsru.ac.th/procresearch/ResearchProjectInfo.aspx?res_id=R000000294

เรวัตร จินดาเจี่ย และคณะ. (2548). ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่โดยไม่ใช้ดิน. สืบค้นจาก https://kukr2.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN/search_detail/result/9171

สุทิน ทวยหาญ เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ รภัสสา จันทาศรี และสำราญ พิมราช. (2556). การศึกษาวัสดุปลูกจากดินผสมที่เหมาะสมสำหรับผักคะน้า. วาสารเกษตรพระวรุณ. สืบค้นจาก https://paj.rmu.ac.th/jn/home/journal_file/49.pdf

ชัยภูมิ สุขสำราญ. (2558). การศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการผลิตปทุมมาพันธุ์ Cherry Princess ในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต. สืบค้นจาก https://dspace.bru.ac.th/xmlui/handle/123456789/1537

กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดิน ทางเคมี. สืบค้นจาก https://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณ. (2560). เอกสารประกอบการสอน รายวิชา ปฐพีวิทยา. สืบค้นจาก http://pws.npru.ac.th/pitakpong/system/20190120114409_79b7892a12770834efdd1352bcce0449.pdf

เทวรัตน์ ตรีอำนรรค และคณะ. (2555). การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว : กรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์สำหรับผลผลิตทางการเกษตร. สืบค้นจาก http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/5684

สุรีรัตนาพร นามวงษ์. (2559). การพัฒนาเกษตรกรรมแบบพอเพียงเพื่อยกระดับสู่มาตรฐาน GAP กรณีศึกษาหอมหัวแดง. สืบค้นจาก http://digital_collect.lib.buu.ac.th/dcms/files/56720082.pdf

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายมานิต สิงห์โคตร
วัน เดือน ปีเกิด	28 ธันวาคม 2511
สถานที่เกิด	อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	ส.บ. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2551
สถานที่ทำงาน	บริษัทเชฟรอนสำรวจและผลิตประเทศไทย จำกัด
ตำแหน่ง	รองผู้จัดการฐานผลิตเบญจมาศ หัวหน้าฝ่ายผลิต