การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและปุ๋ยเคมีในการเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา

นางสาววรดา สมคณะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2558

The Use of Agricultural Waste and Chemical Fertilizers as Seedling Media for Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Sida

Miss Worada Somkana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for

the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2015

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและปุ๋ยเคมีในการเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา

ชื่อและนามสกุล นางสาววรดา สมคณะ

แขนงวิชา การจัดการการเกษตร

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริชาติ ดิษฐกิจ

2. รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา จิตตลดากร

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2559

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริชาติ ดิษฐกิจ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา จิตตลดากร)

.....ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและปุ๋ยเคมีในการเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา
ผู้วิจัย นางสาววรดา สมคณะ **รหัสนักศึกษา** 2569000454
ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) อาจารย์ ดร. ปริชาติ ดิษฐกิจ (2) รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา จิตตลดากร **ปีการศึกษา** 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) ศึกษาผลของชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา 2) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีเสริมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา และ 3) ศึกษาต้นทุนของวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา

การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้ 1) ศึกษาผลของชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) มีหน่วยทดลอง คือ ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาที่เพาะในถาดเพาะกล้า 1 ถาด (104 หลุม/ถาด) และ ทรีตเมนต์ คือ วัสดุเพาะจำนวน 6 สูตร จำนวน 8 ซ้ำ ได้แก่ สูตรที่ 1 พีทมอส (Control) สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake (1:0.5:1:1) สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:1) สูตรที่ 4 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:0.5) สูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12: filter cake (1:0.5:1:1:1) และสูตรที่ 6 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด. 12: filter cake (1:0.5:1:0.5:1) และ 2) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและการใช้ปุ๋ยเคมีเสริม ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา โดยวางแผนการวางแผนการทดลองแบบ 6x2 Factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีหน่วยทดลอง คือ ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาที่เพาะในถาดเพาะกล้า 1 ถาด (104 หลุม/ถาด) ปัจจัยแรก คือวัสดุเพาะจำนวน 6 สูตร (จากการทดลองที่ 1) และปัจจัยที่สอง คือการให้ปุ๋ยเคมีและไม่ให้ปุ๋ยเคมี จำนวน 4 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)

ผลการทดลองที่ 1 พบว่า ในวันที่ 7 หลังเพาะเมล็ดมะเขือเทศสีดาในพีทมอส มีจำนวนต้นกล้าและเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดมากที่สุด แตกต่างกันทางสถิติกับวัสดุเพาะสูตรที่ 3 ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวัสดุเพาะสูตรที่ 2 4 5 และ 6 และในวันที่ 14 หลังเพาะเมล็ด ความงอกของเมล็ดมะเขือเทศสีดาที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการทดลองที่ 2 พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ ร่วมกับการให้และไม่ให้ปุ๋ยเคมีเสริมไม่มีอิทธิพลร่วมกัน โดยการให้ปุ๋ยเคมีและไม่ให้ปุ๋ยเคมีเสริมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มะเขือเทศสีดาอายุ 21 วันหลังเพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง และน้ำหนักสดต้นมากที่สุด ($p < 0.05$) ส่วนสูตรที่ 5 มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด ($p < 0.05$) มะเขือเทศสีดาอายุ 28 วันหลังเพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 5 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังมีต้นทุนต่ำที่สุดด้วย

คำสำคัญ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร วัสดุเพาะกล้า ความงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา

Thesis title: The Use of Agricultural Waste and Chemical Fertilizers as Seedling Media for Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Sida
Researcher: Miss Laongdao Suriyachay; ID: 2569000041;
Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resources Management);
Thesis advisors: (1) Dr. Parichat Dittakit; (2) Dr. Pongpan Thienhirun, Associate Professor; **Academic year:** 2015

Abstract

The purposes of this research were to study 1) the effect of types and proportions of agricultural waste on germination of Sida tomato seeds and growth of the tomato seedlings, 2) the effect of chemical fertilizers on the growth of Sida tomato seedlings, and 3) the costs of growing materials for Sida tomato.

This research had 2 experiments. 1) The effects of types and proportion of agricultural waste that was suitable for the seed germination and the growth of the seedlings was investigated using completely randomize design (CRD). The experimental unit was Sida tomato seedlings which were grown in a seeding tray (104 seedlings/tray). The treatments for this part were 6 formulas of growing materials with 8 replications. The treatments were Formula 1 – peat moss (control), Formula 2 – coir, rice husk, burnt rice husk, filter cake (1:0.5:1:1), Formula 3 – coir, rice husk, burnt rice husk, bio-fertilizer (1:0.5:1:1), Formula 4 – coir, rice husk, burnt rice husk, bio-fertilizer (1:0.5:1:0.5), Formula 5 – coir, rice husk, burnt rice husk, bio-fertilizer, filter cake (1:0.5:1:1:1), and Formula 6 – coir, rice husk, burnt rice husk, bio-fertilizer, filter cake (1:0.5:1:0.5:1). 2) The effects of agricultural waste and chemical fertilizer on the growth of Sida tomato seedlings was also studied using 6x2 factorial in CRD with 4 replications. The experimental unit was Sida tomato seedlings which were grown in a seeding tray (104 seedlings/tray). The first factor was 6 formulas of growing materials from first part of the experiment and the second factor was the usage and non-usage of chemical fertilizer. Duncan's new multiple range test was used to compare the statistical difference at 95% confidence level.

From the first experiment, it was found that on day 7, the tomato seedlings grown in peat moss had the highest number and percentage of germination, which was significantly different from Formula 3. However, there were no significant differences when compared with Formula 2, 4, 5, and 6. On day 14, the results showed that there were no significant differences in seed germination among all treatments. For the second experiment, it showed that there was no interaction in the seedlings in all treatments with the usage and non-usage of chemical fertilizer, which were grown for 21 and 28 days. There were no significant differences between the usage and non-usage of chemical fertilizer. The tomatoes grown in Formula 1 for 21 days had the highest height, diameter, and fresh weight ($p < 0.05$), while those from Formula 5 had the highest dry weight ($p < 0.05$). Moreover, for Formula 5, the tomatoes grown for 28 days had the highest diameter, fresh weight, and dry weight ($p < 0.05$) as well as the lowest cost.

Keywords: Agricultural waste, Seedling media, Seed germination, Growth of Sida tomato seedlings

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อ.ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและกำลังใจ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องครอบครัวสมคณะ ครอบครัวนันทนพงศ์ ที่เป็นกำลังใจสำคัญในการเรียน การทำงานและการดำเนินชีวิต ขอขอบคุณคุณไทยทวี ลีลาพจน์สกุล และพี่น้องสถานีพัฒนาที่ดินมุกดาหารทุกท่าน ที่คอยสนับสนุนและช่วยเหลือจนการทดลองแล้วเสร็จ

ขอขอบคุณพี่ๆเพื่อนๆส่วนวิเคราะห์ดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 และสำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน ที่อนุเคราะห์การวิเคราะห์ต่างๆในการทดลองครั้งนี้

วรดา สมคณะ

กุมภาพันธ์ 2558

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3
แหล่งกำเนิดและประวัติความเป็นมาของมะเขือเทศ 3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 4
สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ 4
สถานการณ์การผลิตและการตลาดมะเขือเทศของประเทศไทย 5
ประเภทของมะเขือเทศ 7
ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ 8
การเพาะเมล็ดและวัสดุเพาะ 11
จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร 16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 23
การวางแผนการทดลอง 23
ขั้นตอนการทดลอง 24
การเก็บรวบรวมข้อมูล 26
การวิเคราะห์ข้อมูล 29
สถานที่ทำการทดลอง 29
ระยะเวลาทำการทดลอง 29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา 30
ตอนที่ 1 สภาพภูมิอากาศ 30
ตอนที่ 2 สมบัติของวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา 32
สมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะกล้า 33
สมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะกล้า 36
สมบัติทางชีวภาพของวัสดุเพาะ 38
ตอนที่ 3 การงอกของเมล็ดมะเขือเทศสีดา 39
ตอนที่ 4 ศึกษาผลของชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา 40
ตอนที่ 5 ต้นทุนของวัสดุเพาะ 47
บทที่ 5 สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ 49
สรุปการวิจัย 49
ข้อเสนอแนะ 50
บรรณานุกรม 51
ภาคผนวก 56
ประวัติผู้วิจัย 59

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สถิติการผลิตมะเขือเทศ ปี 2555-2557 5
ตารางที่ 2.2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกและนำเข้ามะเขือเทศผลสด และผลิตภัณฑ์มะเขือเทศปี 2553 6
ตารางที่ 2.3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกและนำเข้ามะเขือเทศ ปี 2555-2557 7
ตารางที่ 2.4 สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม 14
ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีของพีทมอสและวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 35
ตารางที่ 4.2 ปริมาณธาตุอาหารของพีทมอสและวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร35
ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพของพีทมอสและวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร37
ตารางที่ 4.4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/g) 38
ตารางที่ 4.5 การงอกของเมล็ดมะเขือเทศสีดา 39
ตารางที่ 4.6 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด 41
ตารางที่ 4.7 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วัน หลังเพาะเมล็ดและการให้ปุ๋ยเคมีเสริม 44
ตารางที่ 4.8 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ดและการให้ปุ๋ยเคมีเสริม 47
ตารางที่ 4.9 ต้นทุนของวัสดุเพาะ (บาท/ลิตร) 48

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง 30
ภาพที่ 4.2 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง 31
ภาพที่ 4.3 ความเร็วลมเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง 31
ภาพที่ 4.4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง 32

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะเขือเทศ เป็นผักที่นำผลมาบริโภคอย่างแพร่หลาย ผลมะเขือเทศสามารถนำมาบริโภคสด เป็นผลไม้ ส้มตำ และแปรรูป เป็นน้ำผลไม้ ซอส แยม เป็นต้น มะเขือเทศ มีสารสำคัญ คือ ไลโคปีนและแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ทำให้มะเขือเทศมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น มะเขือเทศเป็นพืชที่อ่อนแอต่อโรคและแมลง ปลูกได้ดีในสภาพอากาศเย็น จึงทำให้การผลิตมะเขือเทศสามารถผลิตได้ในบางฤดูกาลเท่านั้น อีกทั้งราคาผลผลิตมีความผันผวนทำให้เกษตรกรปลูกน้อยลง ส่งผลให้พื้นที่ปลูกลงลดลงไปด้วย

ปัจจุบัน เกษตรกรนิยมปลูกมะเขือเทศ โดยใช้ต้นกล้ามะเขือเทศย้ายปลูกในแปลงปลูก ซึ่งต้นกล้าจะมีความแข็งแรง สม่ำเสมอ เจริญเติบโตได้ดี และสามารถให้ผลผลิตมะเขือเทศที่มีคุณภาพดี วัสดุเพาะกล้าที่ดีที่นิยมใช้คือ พีทมอส แต่มีราคาแพงมาก ทำให้เกษตรกรนิยมซื้อต้นกล้ามะเขือเทศมาปลูกในแปลงปลูก ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง ฉะนั้น การนำวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาผลิตวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศ น่าจะทำให้เกษตรกรสามารถเพาะต้นกล้ามะเขือเทศที่มีคุณภาพได้เอง วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่นมีหลายชนิด เช่น ขุยมะพร้าว แกลบดิบ แกลบดำ และ filter cake (กากตะกอนหม้อกรองน้ำตาล) หากมีการนำมาเป็นส่วนผสมของวัสดุเพาะในสัดส่วนที่เหมาะสมแล้ว น่าจะทำให้เมล็ดงอกและต้นกล้ามะเขือเทศเจริญเติบโตได้ดี และหากนำ filter cake มาผลิตปุ๋ยชีวภาพ พด.12 และใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุเพาะกล้า จะทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีและมีต้นทุนการผลิตลดลงได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 ศึกษาผลของชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา

2.2 ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีเสริมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา

2.3 ศึกษาต้นทุนของวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา และมีต้นทุนต่ำ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

มะเขือเทศ (tomato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. จัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae เช่นเดียวกับ พริก และมันฝรั่ง เป็นพืชผักที่รัฐบาลกำหนดไว้ให้เป็นพืชที่มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นธุรกิจเกษตรครบวงจรและขยายการผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพ ประเทศไทยมีการส่งออกมะเขือเทศทั้งในรูปมะเขือเทศสดแช่เย็น และในรูปผลิตภัณฑ์ เช่น มะเขือเทศเข้มข้น น้ำมะเขือเทศ และมะเขือเทศกระป๋อง (ไฉน ยอดเพชร, 2542) อีกทั้งในปัจจุบัน (ในปี 2555) เป็นที่ยอมรับว่า มะเขือเทศเป็นผักที่มีสารอาหารมากมาย เช่น ไลโคปีน สารแคโรทีนอยด์ วิตามินเอ วิตามินอี และวิตามินซี ซึ่งมีสมบัติช่วยต้านการเกิดอนุมูลอิสระต่างๆ จึงช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมากและมะเร็งรังไข่ ลดปริมาณคอเลสเตอรอลส่วนไม่ดี ลดการเกิดโรคหัวใจ ช่วยป้องกันโรคสมองเสื่อม บำรุงสายตา และทำให้ผิวเปล่งปลั่งสดใส (สิริกุล วะสี, บุญส่ง เอกพงษ์, จันทรวิภา ธนะโสภน, 2555)

1. แหล่งกำเนิดและประวัติความเป็นมาของมะเขือเทศ

มะเขือเทศ มีถิ่นกำเนิดในแถบชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ โดยเฉพาะประเทศเปรูและหมู่เกาะกาลาปากอส เชื่อว่าประเทศเม็กซิโกเป็นประเทศแรกที่มีการปลูกมะเขือเทศเพื่อบริโภค โดยนำเข้าสู่ยุโรปในตอนกลางศตวรรษที่ 16 เพื่อความสวยงามมากกว่าบริโภค เพราะเข้าใจว่ามีสารพิษ ยกเว้นประเทศอิตาลีและสเปนมีการปลูกเพื่อบริโภค

การกระจายเข้าสู่เอเชียโดยการค้าทางเรือของชาวสเปนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ในศตวรรษที่ 16 ระหว่างหมู่เกาะต่างๆและประเทศใกล้เคียง เช่น ญี่ปุ่น จีน และอินเดีย จากนั้นมีการกระจายไปยังประเทศต่างๆทั่วทั้งทวีป (สิริกุล วะสี และคณะ, 2555) สำหรับประเทศไทย ไม่เป็นที่แน่ชัดว่ามะเขือเทศเข้ามาเมื่อไหร่ แต่เชื่อว่ามะเขือเทศพันธุ์ป่าเข้ามาก่อนชนิดอื่นซึ่งเป็นมะเขือเทศพันธุ์ลูกเล็ก พบทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือสำหรับประกอบอาหาร เช่น ส้มตำ และน้ำพริก จึงน่าจะเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาก่อนพันธุ์อื่นๆ (ไฉน ยอดเพชร, 2542)

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไฉน ยอดเพชร (2542) ได้อธิบายถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศไว้ ดังนี้

2.1 ลำต้น มะเขือเทศที่อยู่ในระยะต้นกล้าหรือเริ่มเจริญเติบโตลำต้นจะกลม อ่อนเปราะ แต่เมื่อเจริญเติบโตมากขึ้นลำต้นจะแข็งเป็นเหลี่ยมกิ่งก้านสาขาแผ่กว้าง

2.2 ใบ ใบมีลักษณะเป็นใบรวม ประกอบด้วยใบอ่อน 7-9 ใบ มีสีเขียวปนเทา ย่นและเรียวราว ประมาณ 12-25 ใบ

2.3 ดอก ดอกเป็นช่อบนลำต้นระหว่างข้อ ดอกมีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5-10 กลีบ มีกลีบดอก 5 กลีบ สีเหลือง รูปร่างคล้ายหอกติดกันที่โคน เมื่อดอกบานกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะโค้งออก กลีบเลี้ยงตอนแรกจะสั้นกว่ากลีบดอก แต่จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อผลแก่มีเกสรตัวผู้ 5 อัน ประกอบด้วยก้านอับเรณูใหญ่และอับเรณูสั้น อยู่รอบเกสรตัวเมีย

2.4 ผล มีลักษณะเป็นผลเดี่ยว รูปทรงของผลมีตั้งแต่กลมจนถึงกลมรี ขนาดของผลไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับพันธุ์ สีของผลขึ้นกับเม็ดสี 2 ชนิด คือ ไลโคปีน ทำให้เกิดสีแดง และคาโรทีน ทำให้เกิดสีเหลืองแดงส้ม และน้ำตาลอ่อน เมื่อผ่าดูภายในผลแบ่งเป็นช่องๆ ตั้งแต่ 2-15 ช่อง เมล็ดมีขนาดเล็กล้อมรอบด้วยวุ้น เมื่อวุ้นออกปล่อยให้แห้ง เมล็ดจะมีสีเนื้อเข้มถึงน้ำตาลอ่อน กลมแบน ปกคลุมด้วยขนสั้นๆทั้งเมล็ด

2.5 ราก เป็นระบบรากแก้ว มีรากแขนงและรากขนอ่อน ขึ้นทดแทนรากที่ถูกทำลายได้ รากสามารถเจริญไปตามแนวนอนไปได้ไกลถึง 60 เซนติเมตร และเจริญในแนวดิ่งได้ลึกประมาณ 100-120 เซนติเมตร อีกทั้งยังสามารถเกิดรากได้ทั่วไปตามลำต้น เมื่อสัมผัสกับผิวดินซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของมะเขือเทศ

3. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ

มะเขือเทศ เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย หน้าดินลึก 30–120 เซนติเมตร อินทรียวัตถุ 2-4 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-6.8 ต้องการน้ำในการเจริญเติบโต 500-1,500 ลูกบาศก์เมตร/รอบการผลิต/ไร่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 800 เมตร ความลาดชันของพื้นที่ที่เหมาะสม 5-15 เปอร์เซ็นต์ มะเขือเทศชอบอากาศเย็นในการเจริญเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ด 15.6-30 องศาเซลเซียส ไม่ติดผลในความชื้นสัมพัทธ์ต่ำการเจริญเติบโตของต้นกล้า 25 องศาเซลเซียส และการออกดอกและติดผล 18-24 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ต้องการแสงแดดไม่เกิน 12 ชั่วโมง/วัน (สิริกุล วะสี และคณะ, 2555)

4. สถานการณ์การผลิตและการตลาดมะเขือเทศของประเทศไทย

4.1 สถานการณ์การผลิต

จุฑามาศ รุ่งเกรียงสิทธิ์ (2558) กล่าวว่า แหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศไทยอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครพนม บุรีรัมย์ สกลนคร หนองคาย และมุกดาหาร ส่วนภาคเหนือ มีการปลูกมะเขือเทศในจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง และเชียงราย

สถานการณ์การผลิตของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกลดลงอย่างต่อเนื่อง ในปี 2555 มีผู้ปลูกมะเขือเทศ ประมาณ 9,920 ราย มีพื้นที่ปลูกปี 43,500 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 37,800 ไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2556 มีจำนวนผู้ปลูกลดลงเหลือประมาณ 6,800 ราย มีพื้นที่ปลูกประมาณ 31,000 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว ประมาณ 15,200 ไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 3,700 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี และเพิ่มขึ้นในปี 2557 เป็นจำนวน 7,400 ราย พื้นที่ปลูก ประมาณ 26,900 ไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 4,700 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 2.1 สถิติการผลิตมะเขือเทศ ปี 2555-2557

	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557
จำนวนผู้ปลูก (ราย)	9,924	6,865	7,457
พื้นที่ปลูก (ไร่)	43,556	31,014.75	26,969.5
พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	37,802	15,284.7	15,280
ผลผลิตเฉลี่ย(กก./ไร่)	3,094.1	3,727	4,799.36
ผลผลิตรวม(ตัน)	116,964.7	56,967.2	73,334.2

ที่มา : จุฑามาศ รุ่งเกรียงสิทธิ์ (2558)

จากรายงานของ จุฑามาศ รุ่งเกรียงสิทธิ์ (2558) พบว่า ผลผลิตของมะเขือเทศโรงงานนั้นจะเก็บเกี่ยวออกสู่ตลาดประมาณเดือน มกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ราคาขายส่งของมะเขือเทศสูงสุดเดือนมกราคม ประมาณ 37 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับมะเขือเทศบริโภคผลสดผลผลิตออก

สู่ตลาดเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ราคาขายส่งสูงที่สุดเดือน กรกฎาคม ราคาประมาณ 72 บาทต่อกิโลกรัม

จะเห็นได้ว่า สถานการณ์การผลิตมะเขือเทศมีความผันผวน เนื่องจากมีข้อจำกัดของสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิอากาศ มีโรคแมลงเข้าทำลายได้ง่าย ค่าจ้างแรงงานสูง ต้นทุนการผลิตสูงและประสบปัญหาราคาตกต่ำเพราะผลผลิตออกมามากเกินความต้องการ

4.2 สถานการณ์การตลาด

มะเขือเทศที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นการบริโภคสดภายในประเทศ โดยเฉพาะมะเขือเทศรับประทานสด การส่งออกและนำเข้า ปี พ.ศ.2553 พบว่า มะเขือเทศสด น้ำมะเขือเทศ และซอสมะเขือเทศ มีการส่งออกมากกว่าการนำเข้า ส่วนมะเขือเทศแปรรูปในลักษณะปรุงแต่งหรือวิธีอื่นๆนอกจากใช้น้ำส้มสายชูหรือกรดอะซิติก มีการนำเข้ามากกว่าการส่งออก ได้แก่ มะเขือเทศเข้มข้น โดยนำเข้าจากจีนเยอะที่สุด 13,157.9 ตัน คิดเป็นมูลค่า 307.2 ล้านบาท ราคาขายส่งมะเขือเทศสดในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครแต่ละเดือนจะแตกต่างกัน ราคาจะเริ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม หลังจากนั้นราคามะเขือเทศจะเริ่มลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวซึ่งเป็นฤดูกาลที่เหมาะสมในการปลูก ผลผลิตออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ทำให้ราคามะเขือเทศตกต่ำกว่าการปลูกมะเขือเทศนอกฤดู (สิริกุล วะสี และคณะ, 2555)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกและนำเข้ามะเขือเทศผลสดและผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ ปี 2553

	ส่งออก		นำเข้า	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
มะเขือเทศสด	427.0	10.4	376.8	6.3
มะเขือเทศแปรรูป	2,168.4	70.1	14,352.1	365.2
น้ำมะเขือเทศ	521.0	11.2	131.0	5.8
ซอสมะเขือเทศ	3,433.2	149.6	1,136.9	52.8

ที่มา : สิริกุล วะสีและคณะ (2555)

การส่งออก ในปี 2556 ประเทศไทยสามารถส่งออกมะเขือเทศในรูปซอสมะเขือเทศให้กับประเทศคู่ค้า ได้แก่ ลาว กัมพูชา เวียดนาม และญี่ปุ่น สามารถส่งออกได้ประมาณ 6,635 ตัน มูลค่า 316 ล้านบาท ในปี 2557 ประเทศไทยนำเข้ามะเขือเทศ ประมาณ 17,485 ตัน มูลค่า 686

ล้านบาท นำเข้าจากสาธารณรัฐประชาชนจีนมากที่สุด เป็นมะเขือสด มะเขือเทศปรุงแต่ง ซอสมะเขือเทศ มะเขือเทศผงและน้ำ ประมาณ10,887 ตัน มูลค่า 384 ล้านบาท (จุฑามาศ รุ่งเกรียงสิทธิ์, 2558)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกและนำเข้ามะเขือเทศ ปี 2555-2557

ปี	ส่งออก		นำเข้า	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
2555	6,611.77	271.72	23,494.89	621.50
2556	6,634.62	316.15	27,752.44	812.50
2557	6,580.86	281.05	17,485.22	685.96

ที่มา : จุฑามาศ รุ่งเกรียงสิทธิ์ (2558)

จากข้อมูล พบว่า การบริโภคมะเขือเทศในประเทศ ไทยมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้ง พฤติกรรมการบริโภคมะเขือเทศบาง ชนิดที่เปลี่ยนแปลงเป็นการทานใน รูปแบบอาหารว่าง เช่นเดียวกับผลไม้ อื่นๆ ทำให้มีการนำเข้ามะเขือเทศเพิ่มมากขึ้น

5. ประเภทของมะเขือเทศ

สิริกุล วะสี และคณะ (2555) ได้แบ่งพันธุ์มะเขือเทศออกเป็น 2 ประเภทคือ แบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้นและการเกิดช่อดอก และอีกประเภทหนึ่งคือ แบ่งตามประเภทการใช้ประโยชน์

5.1 แบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้นและการเกิดช่อดอก

5.1.1 พันธุ์เลื้อยหรือพันธุ์ทอดยอด (Indeterminate type) เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นเลื้อย ต้นจะทอดยอดจนและชะงักการเจริญเติบโตเมื่อเจอสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ช่อดอกเกิดทุกๆ 3 ช่อ การปลูกมะเขือเทศพันธุ์นี้ต้องทำค้างเพื่อพยุง เพื่อป้องกันโรคและแมลงในดิน ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่นำมารับประทานสด ได้แก่ เช่น เพอเฟคโกลด์ 111 เพอเฟคโกลด์ 222 NUN และมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ราชินี เป็นต้น

5.1.2 พันธุ์พุ่ม หรือพันธุ์ที่ไม่ทอดยอด (Determinate type) เป็นพันธุ์ที่ลำต้นมีลักษณะเป็นพุ่ม ช่อดอกเกิดได้ทุก 2 ช่อของลำต้น และส่วนยอดจะกลายเป็นช่อดอกแทน และ

มะเขือเทศพันธุ์นี้ส่วนมากจะออกดอกในเวลาใกล้เคียงกัน จึงสามารถเก็บเกี่ยวได้พร้อมกัน ส่วนใหญ่จะเป็นมะเขือเทศที่ปลูกส่งโรงงานอุตสาหกรรม เช่น บีที-2 ราชา แก้วมณี พันธุ์โกลเดนสตาร์ และ NUN 2600

5.1.3 พันธุ์แบบกึ่งเลื้อย (Semi indeterminate) มะเขือเทศจะเจริญเติบโตช่วงแรกคล้ายพันธุ์พุ่ม แต่จะมีแขนงย่อยใต้ช่อดอก ติดผลแรกข้อที่ 8-9 เมื่อเก็บเกี่ยวผลแก่ออก กิ่งจะแตกแขนงออกได้อีก ตัวอย่างพันธุ์ เช่น Delta เพชรมณี ทอง988 เพอร์เฟคโปร58 เพอร์เฟ็คดี91 พันธุ์เกษตรดอย NS2535 และพันธุ์ 4014

5.2 แบ่งตามประเภทการใช้ประโยชน์ มี 2 ประเภท คือ

5.2.1 พันธุ์บริโภคสด มะเขือเทศชนิดมี 2 ชนิด คือมะเขือเทศสีดาและมะเขือเทศเชอรี่ มะเขือเทศสีดามีสีชมพู ใช้ประกอบอาหารและส้มตำ มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว พันธุ์ที่พบ เช่น สีดาทิพย์ 3 สีดาทิพย์ 4 ส้มตำ พวงชมพู เพชรชมพู และเทพประทาน ส่วนมะเขือเทศเชอรี่ จะมีสีแดง นิยมรับประทานเป็นผลไม้ มีเนื้อแน่นและรสชาติหวาน พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ ได้แก่ พันธุ์ราชินี และพันธุ์ CHT154

5.2.2 พันธุ์อุตสาหกรรม มีลักษณะเป็นพุ่ม เนื้อมีรสเปรี้ยวจัด ผลสุกพร้อมๆกันเกือบทั้งต้น เก็บเกี่ยว 2-3 ครั้ง ผลสุกมีสีแดงจักทั้งผล ขนาดรูปร่างสม่ำเสมอ ทนทานต่อโรคและแมลง และผลผลิตต่อไร่สูง พันธุ์มะเขือเทศอุตสาหกรรมที่นิยมปลูกในประเทศไทย มะเขือเทศที่นิยมปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ พันธุ์พีโต้ 94 วีเอฟ 134-1-2 โรมาวีเอฟ เอสวีอาร์ดีซี-201 คาลเจ ฟอร์จูน 360 เป็นต้น พันธุ์ที่นิยมปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พันธุ์พีโต้ 94 วีเอฟ 145 ปี 78 โรมาวีเอฟ วีเอฟ 134-1-2 เอสวีอาร์ดีซี-201 คาลเจ ฟอร์จูน 360 เป็นต้น (ไฉน ยอดเพชร, 2542)

6. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ

6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

สังคม เตชะวงศ์เสถียร (ม.ป.ป.) กล่าวว่า การเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชนั้นเริ่มจากพืชงอกจากเมล็ด (seed germination) ไปเป็นต้นกล้า (seedling) เมื่อต้นกล้ามีอายุมากขึ้นก็จะกลายเป็นต้นพืช (plant) การที่เมล็ดจะงอกออกมาจะต้องเป็นเมล็ดที่มีชีวิต เมล็ดต้องได้รับสภาพแวดล้อมภายนอกที่เหมาะสม และเมล็ดต้องมีสภาพภายในที่เหมาะสม คือ ไม่มีการพักตัว เมื่อได้รับแสงและความชื้นที่เหมาะสม เปลือกหุ้มเมล็ดจะอ่อนลง ทำให้น้ำซึมผ่านเข้าไปกระตุ้นการสร้างเอนไซม์ย่อยสลายสารอาหารที่สะสมในเมล็ด เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเมล็ด อาหารที่สะสมในเอนโดสเปิร์มจะถูกเปลี่ยนรูป และมีการสร้างสารประกอบบางอย่างเพื่อไป

กระตุ้นคัพภะ (embryo) และแทงทะลุผ่านเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดออกมาเจริญเป็นต้นกล้า (seedling) นิพนธ์ ไชยมงคล (ม.ป.ป.) กล่าวถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดมะเขือเทศอยู่ระหว่าง 15.6-30.0 องศาเซลเซียส

6.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสังคม เตชะวงศ์เสถียร (ม.ป.ป.) แบ่งได้ 2 ปัจจัยหลักๆ คือ ปัจจัยภายใน หรือปัจจัยด้านพันธุกรรม และปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม

6.2.1 ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม เป็นปัจจัยพื้นฐานที่กำหนดการแสดงออกของสิ่งมีชีวิตซึ่งถูกควบคุมด้วยหน่วยพันธุกรรม ที่เรียกว่า ยีนส์ ซึ่งยีนส์จะกำหนดให้แต่ละพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาการที่แตกต่างกัน การเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชนั้นเกิดขึ้นจากขบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการหายใจ และสารอินทรีย์หลายชนิด เรียกรวมๆกันว่า สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) สารเหล่านี้มีบทบาทในการกระตุ้นหรือเร่งการเจริญเติบโตและพัฒนาการ (growth promoters) และยับยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโตและพัฒนาการ (growth inhibitors) อาจเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นมาหรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นก็ได้ ได้แก่ กลุ่มออกซิน กลุ่มจิบเบอริลลิน กลุ่มไซโตไคนิน เอทลิลีน กรดแอบซิสิค และกลุ่มอื่นๆ

6.2.2 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการแสดงออกของพันธุกรรมให้ชัดขึ้น เมื่อพืชได้รับสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถเจริญเติบโตได้ดีและผลผลิตที่ดี ได้แก่ ธาตุอาหาร น้ำ แสง และอุณหภูมิ

1) ธาตุอาหาร (Nutrients) กรมพัฒนาที่ดิน (2558) ได้กล่าวถึงธาตุอาหารพืช ว่าธาตุอาหารที่พืชที่อยู่ในรูปของก๊าซและน้ำ 3 ชนิด ได้แก่ ไฮโดรเจน คาร์บอน ออกซิเจน ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลและกรดอินทรีย์ เพื่อสร้างพลังงาน และธาตุอาหารที่ได้จากดิน มี 6 ธาตุ ประกอบด้วย ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แมกนีเซียม แคลเซียม และกำมะถัน และธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ ได้แก่ แมงกานีส เหล็ก ทองแดง โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน ธาตุอาหาร เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ต้องรับในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสม จึงจะทำให้พืชมีการเจริญเติบได้ดี ซึ่งบทบาทของธาตุอาหารหลักมีดังนี้

(1) ธาตุไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์กรดนิวคลีอิค กรดอะมิโน เอนไซม์ ส่งเสริมการเจริญของยอดอ่อนแลกิ่งก้าน ควบคุมการออกดอก ทำให้ดอกสมบูรณ์และเพิ่มผลผลิต เมื่อขาดธาตุไนโตรเจน จะทำให้ลำต้นแคระแกร็น ใบล่างมีสีเหลือง ออกดอกช้าและไม่สมบูรณ์ ถ้าหากได้รับไนโตรเจนที่มากเกินไป จะทำให้มีการเจริญเติบโตทางใบมากกว่าทางราก ใบบนบังใบล่าง ลำต้นยืด ไม่แข็งแรงล้มง่าย ไม่ออกดอกและมีคุณภาพผลผลิตต่ำ

(2) ธาตุฟอสฟอรัส มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ช่วยสร้างรากฝอย รากแขนง ช่วยกระตุ้นการออกดอก เพิ่มความต้านทานโรคและแมลง หากขาดธาตุฟอสฟอรัส จะทำให้ลำต้นแคระแกร็น ลดการสร้างคลอโรฟิลล์และการสร้างฮอร์โมนพืช ส่งผลให้ใบล่างมีสีแดงหรือสีม่วงเข้ม การมีฟอสฟอรัสมากเกินไป จะเกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และสร้างแป้งน้อยลง ทำให้เนื้อใบระหว่างเส้นใบตาย และพืชอาจแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก สังกะสี และอะลูมินัมได้

(3) ธาตุโพแตสเซียม ช่วยการกระตุ้นเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แสงและหายใจของพืช ส่งเสริมการสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายแป้ง น้ำตาล และโปรตีนจากใบไปสู่ผล เพิ่มคุณภาพความหวานของผักและผลไม้ อีกทั้งยังทำให้พืชแข็งแรงและต้านทานต่อโรคได้ การที่มีโพแตสเซียมมากเกินไปนั้น พืชจะนำไปสะสมไว้ที่ใบ และการเจริญเติบโตจะไม่เพิ่มขึ้น และทำให้การดูดแคลเซียมและแมกนีเซียมได้น้อยลง

2) น้ำ (Water) น้ำเป็นส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิต และพืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 75-90 เปอร์เซ็นต์ หากขาดน้ำนานจะทำให้พืชตายได้ น้ำมีผลต่อขบวนการขยายเซลล์ เมื่อขาดน้ำเซลล์จะขยายตัวไม่ได้ทำให้พืชแคระแกร็น น้ำเป็นตัวทำละลายและเป็นตัวกลางในการลำเลียงธาตุอาหารมาบริเวณรากพืช และลำเลียงธาตุอาหารจากรากพืชไปยังส่วนต่างของต้นพืช ช่วยในขบวนการสังเคราะห์แสง การหายใจ และยังควบคุมการงอกของเมล็ด การพักตัวและชักนำการออกดอก ในสภาวะที่พืชได้รับน้ำที่เหมาะสมจะมีอัตราการหายใจเป็นปกติ พืชจะสะสมอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้มาก หากได้รับน้ำมากเกินไป จะทำให้ช่องว่างอากาศดินถูกแทนที่ด้วยน้ำ รากพืชจะขาดอากาศหายใจ ถ้าหากน้ำท่วมนานๆอาจทำให้พืชตายได้ ถ้าหากขาดน้ำ พืชจะดูดน้ำเยอะขึ้น ปากใบแคบและปิดลง ทำให้ขาดคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง สร้างอาหารได้น้อย ไม่เจริญเติบโตลำต้นแคระแกร็น

3) แสง (Light) แสงมีผลโดยตรงกับขบวนการสังเคราะห์และยังมีผลต่อการงอก การพักตัวของเมล็ด และการออกดอกเป็นต้น ความเข้มแข็งแสงที่เหมาะสมจะทำให้การหายใจของพืชปกติ การสังเคราะห์แสงสูงและทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดพืชว่าต้องการแสงมากน้อยเพียงใด

4) อุณหภูมิ อุณหภูมิจะมีผลต่อการขบวนการงอกของเมล็ด การสังเคราะห์แสง การหายใจ และการพักตัวของเมล็ด อุณหภูมิของดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก การดูดน้ำและแร่ธาตุ ส่วนอุณหภูมิอากาศ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน ถ้าอุณหภูมิกลางคืนสูงกว่ากลางวันจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้น้อยลง อุณหภูมิกลางคืนควรต่ำกว่าอุณหภูมิกลางวัน ประมาณ 10 องศาเซลเซียส จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี

7. การเพาะเมล็ดและวัสดุเพาะ

ปัจจัยอื่นๆที่มีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดได้แก่ วัสดุเพาะ การจัดการเมล็ด การใช้เครื่องทุ่นแรง เช่น ใช้เครื่องหยอดเมล็ดเพื่อประหยัดเวลาและให้ได้ต้นกล้าที่สม่ำเสมอ เป็นต้น นิพนธ์ ไชยมงคล (ม.ป.ป.) รายงานว่าประโยชน์ของการจัดการเพาะเมล็ดที่ดี คือ สามารถลดต้นทุนการผลิตในด้านเมล็ดพันธุ์ ต้นกล้าเจริญสมบูรณ์ สม่ำเสมอ เก็บเกี่ยวในเวลาใกล้เคียงกัน สามารถลดค่าแรงในการเก็บเกี่ยว เมื่อต้นกล้าสมบูรณ์สม่ำเสมอสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าปกติร้อยละ 20-50 ลดค่าแรงในการถอนแยกให้ผลผลิตและคุณภาพสูง

7.1 การเพาะเมล็ด

ก่อนการเพาะเมล็ดควรศึกษาชนิดของพืช ลักษณะของเมล็ดพันธุ์ ควรมีกาจัดการเมล็ดก่อนเพื่อทำลายระยะพักตัวของเมล็ด เพื่อให้เมล็ดงอกเร็วและสม่ำเสมอ ศึกษาจำนวนเมล็ดเพื่อเป็นแนวทางในการประมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ เนื่องจากพันธุ์ลูกผสมชั่วแรกมีราคาสูง การเพาะเมล็ดในปริมาณที่มากจะทำให้ต้นทุนสูงตามขึ้นไปด้วย สำหรับมะเขือเทศมีจำนวนเมล็ดประมาณ 2,500-3,500 (เมล็ด/10 กรัม) ควรคัดเมล็ดที่มีขนาดใหญ่และสม่ำเสมอ เมล็ดขนาดใหญ่จะมีอาหารสำรองมาก งอกได้เร็ว ต้นกล้าแข็งแรง และสม่ำเสมอ ควรทดสอบความงอกก่อนเพาะ เพื่อเป็นแนวทางในการประมาณการใช้เมล็ด การเพาะเมล็ดที่มีความงอกสูงและเพาะในปริมาณที่มากเกินความต้องการ จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ทั้งในด้านเมล็ดพันธุ์ ค่าแรงในการเตรียมวัสดุเพาะและค่าเสียโอกาส และควรจัดการเมล็ดก่อนการเพาะ มะเขือเทศควรแช่น้ำอุ่น 50.0 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที อุณหภูมิที่เหมาะสมในการงอกของมะเขือเทศ ประมาณ 15.6-30.0 องศาเซลเซียส และจะไม่ติดผลในความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (สังคม เตชะวงศ์เสถียร, ม.ป.ป.)

การเพาะกล้า นิยมเพาะในกระบะเพาะเพราะสามารถกำหนดอายุกล้าและวันปลูกได้แน่นอน ได้ต้นกล้าที่แข็งแรง ประหยัดเมล็ดพันธุ์ วัสดุเพาะมีหลายชนิดด้วยกัน นิยมนำเข้าจากประเทศด้วยกันได้แก่ พีทมอส ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อโรค สามารถอุ้มน้ำสูง แต่มีข้อเสีย คือราคาแพง การเพาะเมล็ดในกระบะเพาะ คือบรรจุวัสดุเพาะลงในกระบะเพาะ 104 หลุมหยอดเมล็ดลงในหลุม

ในกระบะเพาะ 1-2 หลุมรดน้ำให้ชุ่ม พีทมอส วันละครั้ง ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ รดกล้าอายุ 14 วัน 21 วัน และก่อนย้ายปลูก สำหรับพีทมอส ไม่จำเป็นต้องให้ปุ๋ยเสริม เนื่องจากมีธาตุอาหารเพียงพอสำหรับกล้าอายุ 25-30 วัน

7.2 วัสดุเพาะชำที่ดี

วัสดุเพาะชำที่ดี คือ วัสดุที่ไม่มีสารพิษต่อพืชเจือปนอยู่ ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคแมลงและเมล็ดวัชพืช หาง่ายและราคาไม่แพง สามารถอุ้มน้ำได้ดี โดยไม่จำเป็นต้องให้น้ำบ่อย ไม่อุ้มน้ำมากเกินไปจนทำให้น้ำแช่ขัง มีความพรุนเพียงพอที่จะระบายน้ำส่วนเกินออกจากภาชนะได้ง่าย มีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนซึ่งพืชต้องการหายใจและการเจริญเติบโตแพร่กระจายทั่วถึงราก การสร้างรากใหม่ของพืชจะหยุดชะงัก หากวัสดุเพาะชำมีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า 12% ซึ่งโดยปกติวัสดุมีค่าความพรุนรวม (total porosity) ประมาณ 50-80 % โดยปริมาตร มีความยืดหยุ่น ไม่อัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้นานๆ ไม่หดตัวหรือแตกเมื่อแห้งจะทำให้รากขาด มีความหนาแน่นรวมน้อย น้ำหนักเบา ง่ายต่อการขนส่งไปยังแปลงปลูก แต่ต้องมีน้ำหนักที่เพียงพอต่อการพยุงลำต้นให้ตรงได้ มีระดับความเป็นกรดเป็นด่างเหมาะสมกับพืชปลูก มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (C.E.C) เพียงพอที่จะรักษาอาหารที่เป็นประโยชน์ไว้ได้

วัสดุเพาะที่นิยมนำมาเพาะกล้า คือ พีทมอส *(Peat moss)* พีทมอสได้จากการย่อยสลายของมอสสายพันธุ์สแฟคนั่ม (Sphagnum sp.) ซึ่งตายทับถมกันมานานเป็นเวลาหลายพันปี เราจะพบพีทมอสอยู่ชั้นล่างของสแฟคนั่มมอสที่ยังมีชีวิต การที่จะเกิดพีทมอสได้ หนาประมาณ 2-3 ฟุต ใช้เวลาสะสมและย่อยสลายกว่า 1,000 ปี พีทมอสจะมีมากที่แถบอากาศหนาว คุณสมบัติของพีทมอส pH 2.5-7 มีความสามารถในการอุ้มน้ำ 4-15 เท่าของน้ำหนัก ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 162-333 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ความพรุน 85-95% ข้อดี คือมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีมาก ข้อเสียต้องมีการปรับค่า pH สลายตัวเร็วขณะปลูก และมีราคาแพง

7.3 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่น

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ที่สามารถนำมาเป็นส่วนผสมของวัสดุเพาะกล้าได้ มีดังนี้

1) ขุยมะพร้าว (Coir dust) ขุยมะพร้าว คือ เปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือปั่นให้ใยละเอียด เป็นขุยๆ ละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่งและที่นอน เศษเหลือเหล่านี้เป็นผงๆ มีคุณสมบัติเบา pH 6-7 อุ้มน้ำได้ดีมาก และเก็บความชื้นไว้ได้นาน ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ ความพรุนสูง และมีราคาถูก ข้อเสีย อาจมีปัญหาการระบายอากาศที่รากพืช กำจัดโรคและแมลงได้ยาก

2) แกลบดิบ (Rice hush) แกลบดิบ คือ เปลือกแข็งของเมล็ดข้าวที่ได้จากการสีข้าว เป็นส่วนที่เหลือใช้จากการผลิตข้าวสาร เมล็ดมีลักษณะเป็นรูปทรงรี เม็ดยาวสีเหลืองอมน้ำตาลหรือเหลืองนวล แกลบประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเถ้า และมีซิลิกาในเถ้ามาก แกลบไม่ละลายในน้ำ มี pH 6-7 ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำมีความพรุนสูงข้อดี คือมีราคาถูก น้ำหนักเบาขนส่งสะดวก ข้อเสีย คือ ไม่อุ้มน้ำ กำจัดโรคและแมลงได้ยาก ธาตุอาหารน้อย และพืชอาจเกิดการขาดธาตุไนโตรเจนได้

3) ขี้เถ้าแกลบ (Rice hush ash) เป็นส่วนของเปลือกข้าวที่ถูกเผาไหม้ จากโรงสีข้าว มีสารประกอบซิลิกา (silica, SiO_2) เป็นสารประกอบหลักอยู่ร้อยละ 95 มี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7-8.5 มีความแปรปรวนมาก ขึ้นกับอายุของกองขี้เถ้าแกลบ ถ้าอายุมาก pH จะลดลง จากการชะล้างโดยฝน มีความพรุน (porosity) มาก น้ำหนักเบา ราคาถูก มีพื้นที่ผิวมาก มีคุณสมบัติดูดซับความชื้น และสารเคมีได้ดี เมื่อนำมาปลูกต้นไม้ทำให้รากพืชสามารถแผ่ขยายได้ และต้นไม้เจริญเติบโตดี ใช้เป็นสารปรับสภาพดินให้มีความเป็นกรดลดลง

4) กากตะกอนหม้อกรอง (Filter cake) กากตะกอนหม้อกรอง คือ กากตะกอนที่แยกจากน้ำอ้อยในขั้นตอนการทำน้ำอ้อยให้สะอาด (clarification) โดยการกรองผ่านหม้อกรองสุญญากาศ (vacuum rotary filter) ปัจจุบันเกษตรกรนำบางส่วนไปใช้เป็นปุ๋ยในไร่อ้อย ที่เหลือจะกองทิ้งไว้ในที่โล่งแจ้ง การสะสมของกากตะกอนในปริมาณมากอาจทำให้เกิดการสะสมของจุลินทรีย์หรืออาจปนเปื้อนด้วยสารพิษหรือโลหะหนัก เกิดปัญหาสภาพแวดล้อมได้ (อาภรณ์ วงษ์วิจารณ์ นงพงา คุณจักร ศิววรรณ พูลพันธุ์ และองอาจ วัฒนชัยยิ่งยง, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 2.5 สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม

สมบัติ (Properties)	มูลสุกร (Hog manure)	ขุยมะพร้าว (Coir dust)	กากตะกอนหม้อกรองน้ำตาล (Filter cake)	ขี้เถ้าแกลบ (Rice hush ash)
pH (1:5)	6.45	7.30	7.08	7.53
EC sat (mS/cm)	2.84	1.43	1.28	1.05
Organic matter(%)	38.70	68.40	65.90	4.60
Total P (%)	1.42	Tr	0.53	0.20
Tatal K (%)	0.63	0.25	0.38	0.09
Total Ca (%)	0.11	0.15	0.68	0.07
Total Mg (%)	0.14	0.11	0.13	0.06
Exchangeable Cl (%)	0.32	0.28	0.25	0.42
Exchangeable SO_4 (%)	0.53	0.47	0.28	Tr
Exchangeable Zn (ppm)	30.72	0.59	0.84	0.63
Exchangeable Mn (ppm)	0.89	1.07	3.82	4.68
Exchangeable Fe (ppm)	1.93	1.32	12.61	0.81
Exchangeable Cu (ppm)	27.85	Tr	Tr	Tr
Bulk density (g/cm^3)	0.56	0.25	0.28	0.34
Particle density (g/cm^3)	1.63	1.14	1.09	1.37
Total porosity (%)	65.64	78.07	74.31	75.18
Void ratio	1.91	3.56	2.89	3.03
Moisture (%)	38.72	43.65	29.35	21.41

ที่มา : ชัยสิทธิ์ ทองจู, จรัล เห็นพิทักษ์, และวีระศรี หวังการ. (2544).

7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุเพาะต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของพืช

จากรายงานของ ชัยสิทธิ์ ทองจู และคณะ (2544) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะชนิดต่างๆ พบว่า ขุยมะพร้าว มีค่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ประมาณ 7.30 ค่าการนำไฟฟ้า(EC) 1.43 มิลลิเซนติเมตรต่อเซนติเมตร (mS/cm.) อินทรียวัตถุ 68.40 เปอร์เซ็นต์ พบปริมาณ K Ca Mg ปริมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ 0.15 เปอร์เซ็นต์ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่พบปริมาณของ P และจากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ พบว่า ความหนาแน่น

รวม (Bulk dencity) 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร(g/cm^3) ความหนาแน่นของอนุภาค (Particle dencity) 1.14 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร(g/cm^3) และความพรุนรวม (Total porocity) 78.07 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำขุยมะพร้าวมาเป็นส่วนผสมวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศโดยผสมกับ มูลสุกร ขุยมะพร้าว กากตะกอน และขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:6:2:1 พบว่า ผลการเจริญเติบโต ทั้งความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งต่อต้น ดีในทุกด้าน รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายดีเมื่อเทียบกับพีทมอส

ปรารถนา ปลอดดี (2552) การนำวัสดุอินทรีย์เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายเสียก่อนจึงจะเป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้กระบวนการย่อยสลายยังช่วยเพิ่มคุณภาพของวัสดุอินทรีย์เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการเพาะปลูกต่อไป

ชัยสิทธิ์ ทองจูและคณะ (2544) ได้ศึกษาสมบัติของวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย พบว่า มีวัสดุเหลือใช้ 15 ชนิด ที่สามารถนำมาศึกษาเพื่อผลิตเป็นวัสดุเพาะกล้า และได้วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุทั้ง 15 ชนิด ได้วัสดุที่เหมาะสม จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ มูลสุกร ขุยมะพร้าว กากตะกอนหม้อกรอง และขี้เถ้าแกลบ และได้นำวัสดุเหล่านี้มาผสมเป็นวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศ พบว่า สูตรที่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายและมีการเจริญเติบโตได้ดี จำนวน 3 สูตร ได้แก่ มูลสุกร:ขุยมะพร้าว:กากตะกอนหม้อกรองน้ำตาล:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 0.5:6.0:2.0:1.0 อัตราส่วน 1.0:7.0:1.0:0.5 และอัตราส่วน 0.5:7.0:1.0:1.0ซึ่งทั้งสามสูตรนี้ทำให้กล้ามะเขือเทศ อายุ 25 วัน มีการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์การรอดตายดี และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ชมพู่ โทวรรณา, ชานนท์ ลาภจิตร, และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร (2551) ได้ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยหาวัสดุเพาะกล้าที่ดีมาใช้ประโยชน์ในธุรกิจเพาะกล้า โดยเฉพาะเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมีวัสดุเพาะจำนวน 18 สูตร เป็นหน่วยทดลอง จากผลการทดลอง พบว่า สูตรที่มีพีทมอส : แกลบเผา อัตรา 1:1 และสูตรที่มี พีทมอส: ขุยมะพร้าว อัตรา 1:1 มีอัตราการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอกที่สูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับพีทมอสที่นิยมใช้ ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้านั้น พบว่า สูตรที่มีขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake อัตราส่วน 1: 0.5: 1: 1 และสูตรที่มี พีทมอส: filter cake อัตรา 1:1 มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า พีทมอส และพบว่าพีทมอส: filter cake อัตรา 1:1 ให้น้ำหนักแห้งต้นกล้าสูงที่สุด ดังนั้น ในการนำไปใช้ประโยชน์สามารถคัดเลือกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบดิบ แกลบเผา และ filter cake นำมาเป็นส่วนประกอบของวัสดุร่วมกับการใช้พีทมอส เพื่อลดต้นทุนค่าพีทมอสลงได้ นอกจากนี้ ในกรณีไม่มีพีทมอส สามารถนำวัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake อัตราส่วน 1:0.5:1:1 มาใช้เป็นวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศได้

ลักษมณ ปีตานนท์ชัย (2550) ได้ศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าและปุ๋ยเคมีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยใช้แกลบป่น ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมัก ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 0.8 และ 1.6 กรัมต่อลิตรและเปรียบเทียบกับพีทมอส พบว่า วัสดุเพาะกล้าทุกสูตร ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ การเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 28 วัน พบว่า สูตรที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว: ปุ๋ยหมัก อัตรา 1 : 0.5 ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของยอดและรากมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนการใช้ปุ๋ยสูตร 16:16:16 ให้การเจริญเติบโตทุกด้านดีกว่าปุ๋ยสูตรอื่น

เหนียวคำ คำมีนาที (2555) ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดา ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงมิถุนายน 2554 พบว่าวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1)และหรือการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีผลทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางต้น จำนวนใบ ความเขียวใบ น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินสูงที่สุด

8. จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร

ปัจจุบันมีนักวิทยาศาสตร์และเกษตรกรให้ความสนใจ นำจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในการปรับปรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตทาการเกษตรเพิ่มมากขึ้นซึ่งมีศักยภาพแบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. จุลินทรีย์เพิ่มธาตุอาหารพืช
2. จุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืช
3. จุลินทรีย์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช
4. จุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก
5. จุลินทรีย์ที่ย่อยสารพิษในดิน

สำหรับ 3 ประเภทแรก เรียกปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์สายพันธุ์ดีและมีปริมาณมาก จุลินทรีย์จะอาศัยอยู่รอบผิวรากพืชหรือในรากพืช และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพจะมีปริมาณมากพอและสามารถระบุชื่อและสายพันธุ์ได้ และเมื่อใช้แล้วทำให้พืชได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพจากจุลินทรีย์ (สุวรรณี แทนธานี, ม.ป.ป.)

8.1 ปุ๋ยชีวภาพ

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2551) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยชีวภาพไว้ดังนี้ ปุ๋ยชีวภาพ คือปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือทางชีวเคมี ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น กิจกรรมของจุลินทรีย์สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

8.1.1 จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารสำคัญของสิ่งมีชีวิต พบในกรดอะมิโนและสารประกอบเชิงซ้อนของอินทรียสารไนโตรเจนมีอยู่มากมายตามอากาศแต่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ยกเว้น จุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนซึ่งสามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ โดยกิจกรรมเอนไซม์ไนโตรจีเนสแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พวกที่อาศัยอยู่กับพืชและพวกที่อาศัยอยู่อย่างอิสระ

1) กลุ่มจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืช ได้แก่ ไรโซเบียม ซึ่งจะอาศัยอยู่กับพืชตระกูลถั่วทั้งพืชล้มลุกและไม้ยืนต้น เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วพุ่ม ปอเทือง โสนแอฟริกัน แคกระถินณรงค์ หางนกยูง เป็นต้น ในรายงานสามารถตรึงไนโตรเจนได้ 6-92 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

2) กลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระ ไม่ต้องอาศัยอยู่ร่วมกับพืช ได้แก่ *Azotobacter* sp., *Azospiriium* sp., *Beijerinkai* sp., *Derxia* sp.และ *Bacillus* sp. เป็นต้น รวมทั้งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งกลุ่มนี้สามารถขึ้นและเจริญได้ดีในสภาพมีน้ำชื้นแฉะ ในนาข้าวสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้เท่ากับยูเรีย 8-10 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นได้ 15-20 เปอร์เซ็นต์

8.1.2 จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส ในดินมีธาตุนี้อยู่มากแต่เนื่องจากฟอสฟอรัสละลายไม่ดี และมักจะอยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์และพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มจุลินทรีย์ที่ละลายสารประกอบฟอสเฟต คือ พวก heterotroph และ chemolithotroph หลายชนิด เช่น *Flavobacterium* sp., *Arthobacter* sp., *Phudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Streptomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Pennicilium sp*., *Scerotium* sp. และยีสต์บางชนิด ได้แก่ *Schwanniomyces sp.*จุลินทรีย์เหล่านี้จะผลิตกรดอินทรีย์ได้แตกต่างกัน กรดที่ผลิตได้ เช่น formic lactic citric malic traraic และ glycoic เป็นต้น ความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมในการปลดปล่อยฟอสฟอรัส pH 5-6 และลดลงเมื่อ pH 7-8

2) จุลินทรีย์ที่ช่วยดูดซับฟอสฟอรัสให้กับพืช ได้แก่ ไมคอไรซ่า ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในรากพืชแบบพึ่งพากันและกัน เส้นใยจะดูดซับธาตุอาหารและถ่ายทอดให้รากพืชโดยตรง ทำให้พืชที่มีไมคอไรซ่าเจริญได้ดีกว่าปกติ

8.1.3 จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม โพแทสเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่เป็นแร่ธาตุ แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบได้แก่ เฟลสปาร์ และไมก้า ธาตุเหล่านี้สลายตัวยาก มีอยู่ในดินประมาณ 90-98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถทำให้สลายได้ทั้งกายภาพ เคมีและชีวภาพ ซึ่งการสลายโพแทสเซียมทางชีวภาพ สามารถทำได้โดยใช้กิจกรรมจุลินทรีย์ให้ผลเร็วและประหยัดที่สุด สามารถแปรสภาพพืชไร่ พืชสวนและไม้ผล กลุ่มจุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย คือ *Baciilus sp.* โดยใช้กระบวนการ mobilization ซึ่งจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์ เช่น กรดคาร์บอนิค กรดไนตริค และกรดซัลฟูริค เป็นต้น แบคทีเรียกลุ่มนี้ ได้แก่ *Bacillus* และ *Pseudomonas* เชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus, Mucor, Pennicilium.*

8.1.4 จุลินทรีย์ที่ผลิตฮอร์โมนและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตฮอร์โมนพืชและวิตามิน ฮอร์โมนพืชได้แก่ ออกซิน จิบเบอริลลิน ไซโตไคนิน วิตามิน ได้แก่ ไธอามีน ไบโอติน ไรโบฟลาวิน ไพริดอกซิน เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นสารที่ช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญงอกงามได้ดีขึ้น แบคทีเรียกลุ่มนี้ได้แก่ *Azospirillum Azotobactor* และ *Bacillus* พืชที่มีจุลินทรีย์อยู่ในเขตรากพืชให้รากยาวและสมบูรณ์ มีพื้นที่ใบกว้างมากขึ้น

8.2 ปุ๋ยชีวภาพ พด.12

ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 เป็นปุ๋ยที่สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดินของกรมพัฒนาที่ดินได้นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงดินให้กับเกษตรกรที่สนใจ

ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 คือ ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพทางกายภาพหรือทางชีวเคมีทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นและสร้างฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

8.2.1 สมบัติของจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพ พด.12

ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 มีจุดเด่นช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนให้กับดินเฉลี่ย 3-5 กก./ไร่/ปี ช่วยในการละลายของหินฟอสเฟต 15-45 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มการละลายของโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์10 เปอร์เซ็นต์ ปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ถูกตรึงในดินให้เป็นประโยชน์และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง 25 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืชและเพิ่มผลผลิตพืช 10-15 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 4 ประเภท

1) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารไนโตรเจน เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดินสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนในอากาศและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแอมโนเนียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยกิจกรรมเอนไซด์ไนโตรจีเนส คือ *Azotobacter tropicalis*

2) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดอินทรีย์ปลดปล่อยออกมาละลายสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตที่อยู่ในรูปไม่ละลาย เช่น หินฟอสเฟต ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดใช้ได้ คือ *Burkholderia unamae*

3) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม เป็นจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยกรดอินทรีย์ช่วยละลายแร่ธาตุที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบในกลุ่มไมก้า เช่น ไบโอไทต์ มัสโคไวต์ และกลุ่มของเฟลด์สปาร์ เช่น ไมโครไคลน์ ออโอเคลส ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ *Bacillus subtilis*

4) จุลินทรีย์ที่สร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือฮอร์โมนพืช ฮอร์โมนที่แบคทีเรียสร้างได้แก่ ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากอ่อน และช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวรากทำให้ความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น คือ *Azotobacter chroococcum*

5) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่คัดแยกจากบริเวณรากพืช

6) เจริญได้ในอุณหภูมิ ระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส

7) เจริญได้ในสภาพที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง 6-8

8.2.2 การขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพ พด.12

1) วัสดุสำหรับขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพ

(1) ปุ๋ยหมัก 300 กิโลกรัม

(2) รำข้าว 3 กิโลกรัม

(3) ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 100 กรัม(1 ซอง)

2) วิธีการขยายเชื้อ

(1) ผสมปุ๋ยชีวภาพ พด.12 และรำข้าวในน้ำ 1 ปี๊บ (20 ลิตร) คนให้เข้ากันนาน 5 นาที

(2) รดสารละลายปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ลงบนกองปุ๋ยหมักและคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับความชื้นให้ได้ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยตรวจสอบความชื้นด้วยการกำปุ๋ยหมักเป็นก้อนและไม่มีน้ำไหลออกมา เมื่อคลายมือออกปุ๋ยหมักยังคงสภาพเป็นก้อนอยู่ได้

(3) ตั้งกองปุ๋ยหมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีความสูง 50 เซนติเมตร และใช้วัสดุคลุมกองปุ๋ยเพื่อรักษาความชื้น กองปุ๋ยหมักไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลา 4 วัน แล้วจึงนำไปใช้

3) อัตราและวิธีการใช้ปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพ พด.12

(1) ข้าว ใช้ 300 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านให้ทั่วพื้นที่ช่วงเตรียมดินปลูก

(2) พืชไร่ พืชผัก หญ้าอาหารสัตว์ ใช้ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ระหว่างแถวตามแนวปลูกพืช แล้วคลุกเคล้ากับดิน

(3) ไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ใช้ 3 - 5 กิโลกรัมต่อต้น เตรียมหลุมปลูก ใส่โดยคลุกเคล้ากับดิน รองไว้ก้นหลุม พืชที่เจริญแล้ว ใส่รอบทรงพุ่มหรือหว่านให้ทั่วภายใต้ทรงพุ่ม

8.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ชีวภาพ ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 กับการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ และพืชอื่นๆ

อัศศิริ กลางสวัสดิ์ และเพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล (2556) ได้ศึกษาวิธีการใช้ *Streptomyces*-PR87 ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ พบว่า วิธีการการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เหมาะสมสำหรับส่งเสริมการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้าของมะเขือเทศ คือ การเติมสารแขวนลอยเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ความเข้มข้น ระดับ OD_{600} = 1 ปริมาตร 2 มล./ต้น ทุก 7 วัน ทำให้กล้ามะเขือเทศมีพัฒนาการของลำต้นและระบบรากได้ดีกว่าที่ไม่ได้ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และส่วนในระยะหลังย้ายปลูก คือการพ่นสารแขวนลอยเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ระดับ OD_{600} = 1 ปริมาตร ที่ส่วนใบและรอบโคนต้นอย่างต่อเนื่องทุก 7 วัน จำนวน 7 ครั้ง ทำให้ความสูงในวันที่ 21 หลังย้ายปลูก จำนวนผลที่ติดในแต่ละต้นที่อายุ 55 วัน มีค่าสูงกว่าแถวที่ไม่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87

อาภากร หล่องทองหลาง (2553) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของ *Azospirillum largimobile* และ *Azotobacter vinelandii* ในการปลูกข้าวระบบประณีต ได้ทำการทดลองโดยใช้วิธีแช่เมล็ดข้าว วิธีแช่รากกล้าข้าว และวิธีใส่เชื้อในดินบริเวณรากข้าว ผลการทดลอง พบว่า วิธีการใส่เชื้อทั้ง 3 วิธี ไม่ทำให้ปริมาณเชื้อแตกต่างกัน แต่ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อ เมื่อทำการวัดการเจริญเติบโตของข้าว และปริมาณไนโตรเจนที่พืชสามารถนาขึ้นมาใช้ของข้าว พบว่า การใส่เชื้อทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวและปริมาณไนโตรเจนที่พืชสามารถนาขึ้นมาใช้เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่เชื้อ

วรรณา สุวรรณวิจิตร และศิวพร จารัตน์ (2554) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วฝักยาว ในกลุ่มชุดดินที่ 56 โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางเคมีดิน ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่า ความ ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าไม่แตกต่างกันทาง

สถิติ ค่าเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าเพิ่มมากขึ้นจาก 5.20-5.57 เป็น 6.30-6.53 สำหรับค่าปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าสูงขึ้นจาก 1.35-1.87 เป็น 1.88-2.55

ปิ่นเพชร ดีล้อม และทองอยู่ เข็มม่วง (2552) ศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวในชุดดินจักราช จังหวัดสุรินทร์ มีตำรับการทดลอง คือ ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยพืชสด ตำรับที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ 3 ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ 4 ปุ๋ยเคมี (50%) ของอัตราแนะนำ ตำรับที่ 4 ปุ๋ยเคมี (75%)ของอัตราแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ 6 หินฟอสเฟตและโพแทสเซียมเฟลสปาร์ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยทำการทดลอง 2 ปี พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบการเจริญเติบโตทางลำต้น การแตกกอ และผลผลิตข้าว เฉลี่ย 2 ปี พบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ถ้าดำเนินการต่อเนื่องสามารถทำให้ดินอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสรุปได้ว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้

การศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพเพิ่มธาตุอาหารและฮอร์โมนพืช (พด.12) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า ในกลุ่มชุดดินที่ 2 พบว่า หลังการทดลองทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดินจาก 5.2 เป็น 6.72 อินทรียวัตถุจาก 1.81 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเป็น 2.72 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จาก 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพิ่มเป็น 276 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์จาก 47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพิ่มเป็น 128 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า ตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพเพิ่มธาตุอาหารและฮอร์โมนพืช อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด (รพีพงศ์ หน่วยจันทึก, 2554)

รายงานการศึกษาอัตราและระยะเวลาการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลิตมันสำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง 80 พบว่า การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต การใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 และถั่วพร้ามีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น ส่วนผลของการใช้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า การลดใช้ปุ๋ยเคมี 40 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 มีผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใช้ปุ๋ยชีวภาพอัตราเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นและการใช้ปุ๋ยชีวภาพตอนเตรียมดิน มีผลผลิตสูงกว่าการใช้เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าการใช้อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ การใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12

อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ตอนเตรียมดินร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วพร้าและน้ำหมักชีวภาพ ให้ผลตอบแทน 3,324.50 บาทต่อไร่ (นวลจันทร์ ชบา, 2554)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและปุ๋ยเคมีในการเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา ในครั้งนี้ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

1.1 ศึกษาผลของชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยมีหน่วยทดลอง คือ ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาที่เพาะในถาดเพาะกล้า 1 ถาดเพาะกล้า (104 หลุม/ถาด) และทรีตเมนต์ คือ วัสดุเพาะจำนวน 6 สูตร จำนวน 8 ซ้ำ ได้แก่

สูตรที่ 1 พีทมอส (Control)

สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake (1:0.5:1:1)

สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:1)

สูตรที่ 4 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:0.5)

สูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:1:1)

สูตรที่ 6 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:1:0.5)

1.2 ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีเสริม ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา

วางแผนการทดลองแบบ 6x2 Factorial in CRD โดยมีหน่วยทดลอง คือ ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาที่เพาะในถาดเพาะกล้า 1 ถาดเพาะกล้า (104 หลุม/ถาด) ซึ่งปัจจัย A คือวัสดุเพาะจำนวน 6 สูตร (เช่นเดียวกับข้อที่ 1.1) และปัจจัย B คือการให้ปุ๋ยเคมีและไม่ให้ปุ๋ยเคมี จำนวน 4 ซ้ำ โดยละลายปุ๋ยเกล็ดกับน้ำตามอัตราส่วน แล้วใช้บัวรดน้ำ รดจนชุ่ม ประมาณ 2 ลิตรต่อถาด หลังจากนั้นใช้น้ำเปล่าล้างใบต้นกล้ามะเขือเทศอีกครั้งหนึ่ง

อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ปุ๋ยเกล็ดสูตร 30-20-10 ปริมาณ 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

อายุ 21 วัน วันหลังเพาะเมล็ด ปุ๋ยเกล็ดสูตร 21-21-21 ปริมาณ 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

อายุ 28 วัน วันหลังเพาะเมล็ด ปุ๋ยเกล็ดสูตร 10-52-17 ปริมาณ 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 วัสดุและอุปกรณ์ ผลิตปุ๋ยชีวภาพ พด.12

1) กากตะกอนหม้อกรองน้ำตาล (Filter cake)

2) มูลไก่ไข่

3) ปุ๋ยยูเรีย

4) สารเร่งเชื้อจุลินทรีย์ พด.1, สารเร่งเชื้อจุลินทรีย์ พด.12

5) จอบ คราด พลั่ว บัวรดน้ำ พลาสติก

6) ตาชั่ง

2.1.2 วัสดุเพาะและอุปกรณ์เพาะกล้ามะเขือเทศสีดา

1) พีทมอส

2) ขุยมะพร้าว

3) แกลบดิบ

4) แกลบดำ

5) ถาดเพาะ 104 หลุม

6) บัวรดน้ำฝอย

7) ตะแกรงลวด

8) ตาข่ายพรางแสง 50% และ 60%

2.1.3 ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีสูตร 10-52-17 สูตร 21-21-21 และสูตร 30-20-10

2.1.4 เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสีดา

2.1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในวัสดุเพาะ

2.2 วิธีการเตรียมขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพพด.12

1) ปุ๋ยหมัก 300 กิโลกรัม

2) รำข้าว 3 กิโลกรัม

3) สารเร่งพด.12 100 กรัม (1 ซอง)

ผสม พด.12 และรำข้าว ใส่ในน้ำ 1 ปี๊บ (20 ลิตร) คนให้เข้ากันนาน 5 นาที รด สารละลาย สารเร่งพด.12 ลงบนกองปุ๋ยหมักและคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับความชื้นให้ได้ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยตรวจสอบความชื้นด้วยการกำปุ๋ยหมักเป็นก้อนและไม่มีน้ำไหลออกมา เมื่อคลายมือออกปุ๋ยยังคงสภาพเป็นก้อนอยู่ได้ ตั้งกองปุ๋ยหมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีความสูง 50 เซนติเมตร และใช้วัสดุคลุมกองปุ๋ยเพื่อรักษาความชื้น กองปุ๋ยไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลา 4 วัน แล้วจึงนำไปใช้

การเตรียมปุ๋ยหมัก

1) กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 500 กิโลกรัม

2) มูลไก่ไข่ 100 กิโลกรัม

3) ปุ๋ยไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

4) สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 1 ซอง

นำสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ในน้ำ 20 ลิตร นาน 5 นาที เพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ออกจากสภาพที่เป็นสปอร์และพร้อมที่จะเกิดกิจกรรมการย่อยสลาย หลังจากนั้นนำกากตะกอนหม้อกรองน้ำตาลและวัสดุทั้งหมด มาคลุกเคล้ารวมกันได้เลย เนื่องจากกากตะกอนหม้อกรองน้ำตาลมีขนาด แล้วราดสารละลายสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ให้ทั่ว ให้มีความชื้นในกองปุ๋ยประมาณ 50-60% กลับกองปุ๋ยหมัก 7 วันต่อครั้ง เพื่อเพิ่มออกซิเจน ลดความร้อนในกองปุ๋ย และช่วยให้วัสดุคลุกเคล้ากันหมักประมาณ 45-60 วัน

2.3 การเตรียมวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศ

2.4 จัดเตรียมส่วนผสมของวัสดุเพาะ ตามทรีตเมนต์ ที่ 2-6 โดยการตวงวัสดุเพาะตามสัดส่วนที่กำหนด ทำการผสมวัสดุเพาะตามสูตรการทดลอง ทำการคลุกเคล้าให้เข้ากัน รดน้ำให้มีความชื้นประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ (กำแล้วนำไม่ไหล) แล้วนำไปบ่มประมาณ 2 สัปดาห์

2.5 เพาะเมล็ด ใส่วัสดุเพาะให้เต็มหลุมในถาดเพาะขนาด 104 หลุมๆละ 1 เมล็ด เจาะหลุมลึกประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร จำนวน 6 สูตรๆละ 8 ถาด จำนวนทั้งหมด 48 ถาด รดน้ำอีกครั้งเพื่อล้างใบต้นกล้ามะเขือเทศ และไปวางบนโต๊ะตะแกรงสูงจากพื้นดิน 0.80 เมตร ในเรือนเพาะชำที่มุงหลังคาพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง

2.6 การดูแลรักษาต้นกล้ามะเขือเทศ มีการรดน้ำทุกเช้า-เย็น และให้ปุ๋ยเคมี 3 ครั้ง หลังจากเพาะเมล็ดในระยะต้นกล้าตามอายุการเจริญเติบโต ดังนี้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 สภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายสัปดาห์ ความเร็วลมเฉลี่ยรายสัปดาห์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายสัปดาห์ ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยามุกดาหาร

3.2 สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของวัสดุเพาะกล้าแต่ละชนิดก่อนทำการทดลอง ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าอัตราส่วนคาร์บอนไนโตรเจน (C/N Ratio) ค่าความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ (MO) ปริมาณไนโตรเจน (Total N) ปริมาณฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) และปริมาณโพแทสเซียม (Total K_2O) นำตัวอย่างของวัสดุเพาะทั้ง 6 สูตรละ 1 ลิตร เพื่อนำส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการส่วนวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 ตรวจวิเคราะห์หาค่าสมบัติต่างๆ ดังนี้

3.2.1 การวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้เครื่องมือ Electrical Conductivity meter

3.2.2 การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยใช้เครื่องมือ pH meter ตามวิธีการของ Peech (1965)

3.2.3 การวัดความชื้น โดยการอบในตู้อบ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นดังต่อไปนี้ น้ำหนักปูนหรือปุ๋ยอินทรีย์ ก่อนอบ = y น้ำหนักปูนหรือปุ๋ยอินทรีย์ หลังอบ = z

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(y - z)\ 100}{(y)}$$

3.2.4 การวัดปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ตามวิธีการของ Walkley และ Black (1947)

3.2.5 การคำนวณหาค่า C/N Ratio การวิเคราะห์ค่า C/N ratio เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยนำค่าวิเคราะห์อินทรียคาร์บอนและไนโตรเจนแทนค่าในสูตร

$$\text{C/N ratio} = \frac{\%OC}{\%N}$$

3.2.6 การวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total N)

3.2.7 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Total P) โดยใช้เครื่องมือ UV-Spectrophotometer ตามวิธีการของ Bray และ Kurtz (1945)

3.2.8 การวิเคราะห์โพแทสเซียม (Total K) โดยใช้เครื่องมือ Flame photometer

3.3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะ ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ความพรุนรวม (Porosity) และปริมาณช่องว่างอากาศ (Air-porosity)

3.3.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

นำกระบอกเก็บดิน (Soil core sampler) ขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิดด้านหนึ่งบันทึกน้ำหนัก (A) จากนั้นใส่วัสดุกรองจนเต็ม เคาะกระบอกเก็บดินเบาๆ 2–3 ครั้ง แล้วเติมวัสดุกรองจนเต็มกระบอก ปาดวัสดุกรองส่วนเกินให้เรียบกับขอบกระบอก บันทึกน้ำหนักกระบอก+วัสดุปลูก (B) จากนั้นนำไปแช่น้ำให้วัสดุกรองอิ่มตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักกระบอก+วัสดุที่อิ่มตัว+น้ำ (C) จากนั้นจึงเปิดฝานำไปวางบนตะแกรงให้น้ำไหลออกจากวัสดุปลูกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักกระบอก+วัสดุที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (D) จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักกระบอก + วัสดุที่อบแห้งแล้ว (E) จากนั้นนำน้ำหนักที่หาได้ไปคำนวณหาค่าดังนี้ (Styer and Koranski, 1997) โดยวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

3.3.2 ความหนาแน่นรวม *(bulk density)(g/cm^3)* คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{\text{มวลของวัสดุปลูก}}{\text{ปริมาตรของวัสดุปลูก}} \quad \text{หรือ} \quad \frac{(B-A)}{100}$$

3.3.3 ความพรุนรวม *(total porosity)* หาได้จากสูตร

$$\text{ความพรุนรวม (\%)} = \frac{(C-E) - A) \times 100}{C}$$

3.3.4 ปริมาณช่องว่างอากาศ *(air porosity) (%)* คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณช่องว่างอากาศ} = \frac{((C-D) - A) \times 100}{C}$$

3.4 การนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ เก็บข้อมูลปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ ประมาณสูตรละ 1 ลิตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ณ ห้องปฏิบัติการ กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยวิธี Dilution Plating Method

3.5 การงอกของเมล็ด ตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอก 2 ครั้ง คือ อายุ 7 วันและ 14 วัน หลังเพาะเมล็ด โดยนับเฉพาะเมล็ดที่งอกแบบปกติ จากนั้นนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตร

$$\% \text{ความงอก} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}}$$

3.6 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ จำนวน 3 ครั้ง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด หลังได้แก่ ความสูงของต้นกล้า (เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร) น้ำหนักสดของต้นและราก (กรัม) น้ำหนักแห้งของต้นและราก (มิลลิกรัม) สุ่มเก็บตัวอย่างต้นกล้ามะเขือเทศ ซ้ำละ 10 ต้นต่อถาด

3.6.1 การวัดความสูงของต้นกล้า (เซนติเมตร) โดยวัดความสูงจากระดับจากพื้นผิวของวัสดุปลูกจนถึงจุดเจริญของ โดยเครื่องเวอร์เนียคาลิปเปอร์(verniercalipper)

3.6.2 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร) วัดโดยเครื่องเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (verniercalipper) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางขอลำต้นบริเวณเหนือผิวดินขึ้นมาประมาณ 1 เซนติเมตร

3.6.3 การวัดน้ำหนักสดของต้นและราก (กรัม) วัดน้ำหนักสดโดยชั่งน้ำหนักสดราก ลำต้น

3.6.4 การวัดน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดิน (มิลลิกรัม) โดยนำชิ้นส่วนของพืชได้แก่ ลำต้น ใบและราก เมื่ออายุ 14 21 และ28 วันหลังเพาะเมล็ด บรรจุในถุงกระดาษที่แห้งไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นชั่งน้ำหนัก

3.6.5 จำนวนใบ การนับจำนวนใบโดยนับจำนวนใบที่มีขนาดความกว้าง 1 เซนติเมตรขึ้นไป ที่อายุ 14 21 และ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

3.7 ต้นทุนของวัสดุเพาะ โดยการเก็บข้อมูลราคาของวัสดุแต่ละชนิด ในแต่ละสูตรของวัสดุเพาะต่อลิตร (ราคา ณ จุดขาย ไม่รวมค่าขนส่ง)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ศึกษาผลของชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา วิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วย ONE-WAY ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple-rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.2 ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีเสริม ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา วิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วย TWO-WAY ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple-rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. สถานที่ทำการทดลอง

เรือนเพาะชำ สถานีพัฒนาที่ดินมุกดาหาร ต.คำป่าหลาย อ.เมือง จ.มุกดาหาร

6. ระยะเวลาทำการทดลอง

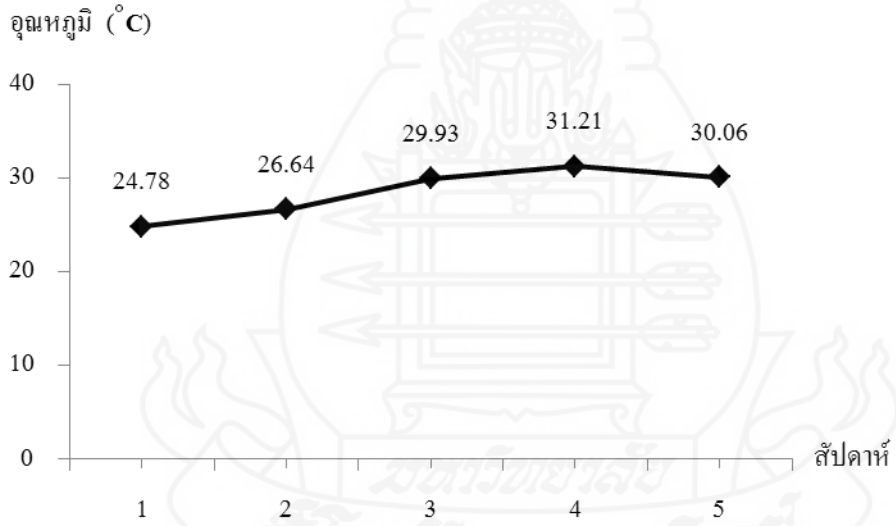
ระหว่างวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2558 – 9 มีนาคม 2558

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 สภาพภูมิอากาศ

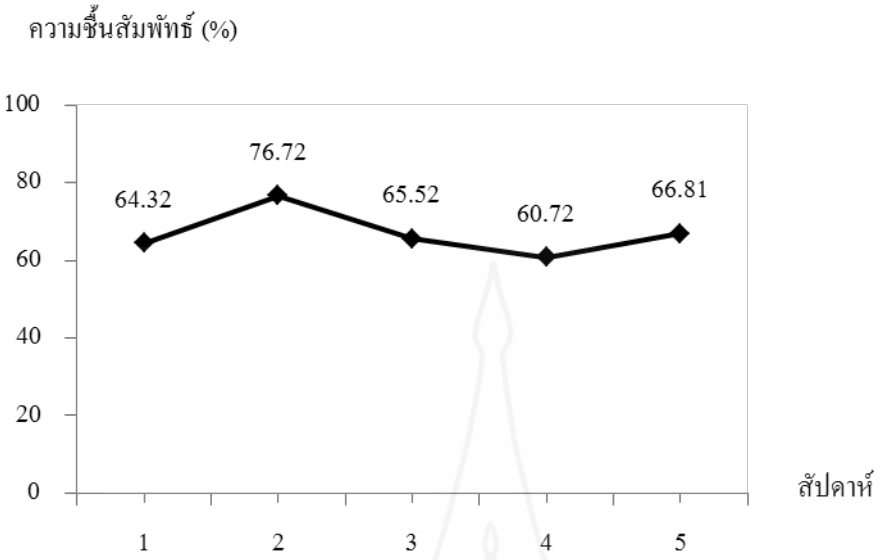
การศึกษาการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและปุ๋ยเคมีในการเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา ทำการศึกษาภายใต้สภาพภูมิอากาศ ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 31.21 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยต่ำสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 24.78 องศาเซลเซียส และตลอดการทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.52 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.1)



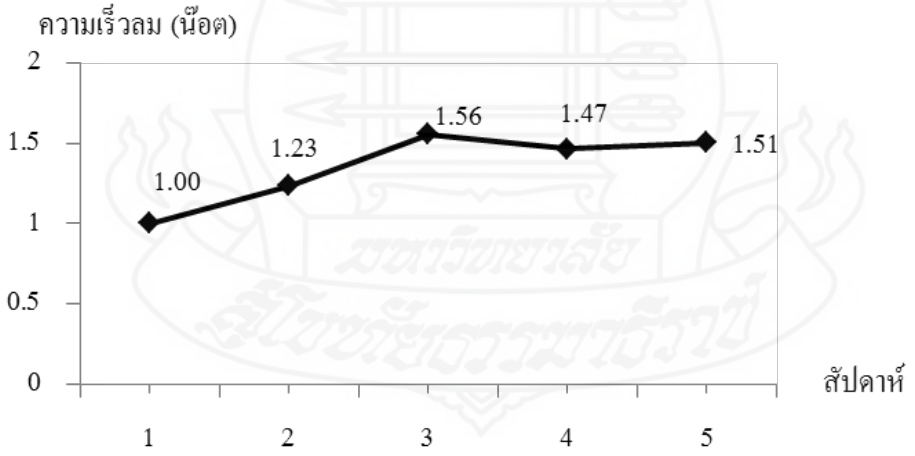
ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง

2. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายสัปดาห์ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยสูงสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 76.72 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยต่ำสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 60.16 เปอร์เซ็นต์ และตลอดการทดลองมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 66.82 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.2)



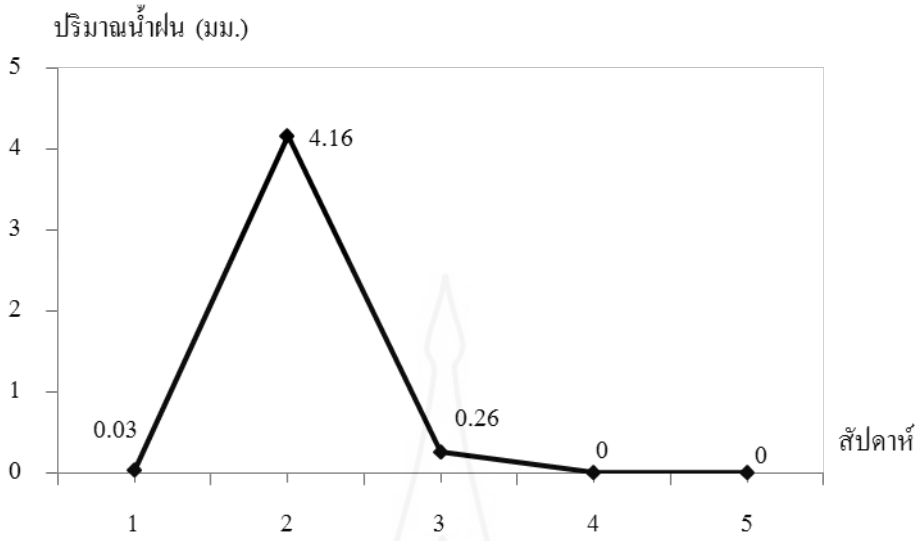
ภาพที่ 4.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง

3. ความเร็วลมเฉลี่ยรายสัปดาห์ พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 1.56 น๊อต ความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 1 น๊อต และตลอดการทดลองความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.35 น๊อต (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 ความเร็วลมเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง

4. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายสัปดาห์ พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 4.16 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดในระหว่างการทดลองเท่ากับ 0 มิลลิเมตร และตลอดการทดลองปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 1.35 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง

สภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ เพราะมีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 28.52 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อากาศเฉลี่ยเท่ากับ 66.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ

ตอนที่ 2 สมบัติของวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา

การทดลองที่ 1 และ 2 มีการกำหนดวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศจำนวน 6 สูตร ได้แก่

สูตรที่ 1 พีทมอส (Control)

สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: filter cake (1:0.5:1:1)

สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:1)

สูตรที่ 4 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 (1:0.5:1:0.5)

สูตรที่ 5 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12: filter cake (1:0.5:1:1:1)

สูตรที่ 6 ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยชีวภาพ พด.12: filter cake (1:0.5:1:0.5:1)

วัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศสีดาแต่ละสูตร มีสมบัติแตกต่างกัน ดังนี้

1. สมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะกล้า

1.1 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ค่า EC (dS /m) ของสูตรที่ 1 พีทมอส มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 1.52 dS /m ค่า EC ของสูตรที่ 2 5 และ 6 มีค่าอยู่ในช่วง 2-3 dS /m ส่วนค่า EC ของสูตรที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 4.14 dS /m และ 4.07 dS /m ตามลำดับ ค่า EC เป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ค่า EC จะผันแปรตามชนิดของอิออนบวกและอิออนลบ หรือปริมาณเกลือในสารละลาย ค่า EC ของวัสดุปลูกควรอยู่ในช่วง 1.5-3 mS/cm (สมภพ พานทอง, 2556) ดังนั้น สูตรวัสดุเพาะที่เหมาะสมกับการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาคือ สูตรที่ 1 2 5 และ 6 เพราะค่า EC ในช่วง 2-4 จะทำให้พืชที่ไวต่อความเค็มมีการเจริญเติบโตลดลง (ถวิล ครุฑกุล และคณะ, 2548) ซึ่งวัสดุเพาะสูตร 3 และ4 มีค่า EC มากกว่า 4 เล็กน้อย อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้ามะเขือเทศ (ตารางที่ 4.1)

1.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า สูตรที่ 1 มีค่า pH ต่ำที่สุดเท่ากับ 5.3 ส่วนสูตรที่ 2-6 มีค่า pH อยู่ในช่วง 7-8 (ตารางที่ 4.1) ซึ่งค่า pH จะมีผลโดยตรงต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช และควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในวัสดุปลูก ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ระหว่าง 6-6.5 (ถวิท ครุฑกุล และคณะ, 2548) ดังนั้น วัสดุเพาะสูตรที่ 2-6 มีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมอาจมีผลต่อความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืชบางชนิดได้

1.3 สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Carbon : Nitrogen; C/N Ratio) วัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า สูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 35.3 รองลงมาคือ สูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 33.5 สูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 23.2 สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 17.7 และสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 13.7 (ตารางที่ 4.1) ซึ่งค่า C/N Ratio บ่งบอกถึงระยะเวลาในการย่อยสลายของเศษวัสดุที่เป็นเศษพืช ซึ่งถ้าวัสดุเศษพืชชนิดใด มีค่า C/N Ratio ต่ำ จะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายเร็วกว่าวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N Ratio สูงกว่า (ฉลอง เทพวิทักษ์กิจ, 2551) ซึ่งการย่อยสลายที่รวดเร็วจะส่งผลต่อการยุบตัวของวัสดุเพาะ ดังนั้น วัสดุเพาะสูตรที่ 3 และ 5 อาจเกิดการยุบตัวของวัสดุเพาะได้ง่าย

1.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Metter) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า สูตรที่ 1 มีค่าปริมาณอินทรียวัตถุมากที่สุดเท่ากับ 66.5 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 2-6 มีค่าระหว่าง 31.79-38.96 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งอินทรียวัตถุที่อยู่ในวัสดุเพาะจะช่วยทำให้ส่งเสริมการจับตัวเป็นก้อน อุ้มน้ำ ป้องกันการกระทบเทือนรากจากแสงแดด ช่วยให้ธาตุอาหาร ดูดซับธาตุอาหาร ลดความเป็นพิษของเหล็กและอะลูมินัม และเป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ดิน (ฉลอง เทพวิทักษ์กิจ, 2551)

1.5 ความชื้น (Moisture) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ความชื้นของสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 30.39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือวัสดุเพาะสูตรที่ 5 มีความชื้นเท่ากับ 22.85 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นของวัสดุเพาะสูตรที่ 2 4 และ 6 มีความชื้นอยู่ในช่วง 18.81-20.75 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นของวัสดุเพาะสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 15.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งวัสดุเพาะควรมีความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ถ้าวัสดุเพาะที่มีความชื้นต่ำ อาจส่งผลให้ต้นกล้าขาดน้ำได้ จะต้องรดรดน้ำบ่อยครั้งขึ้น

1.6 ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของวัสดุเพาะสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสูตรที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.17 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.04 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.94 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณไนโตรเจนของวัสดุเพาะของสูตรที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.64 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2) ซึ่งไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อขาดไนโตรเจน จะชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นแข็งเปลี่ยนเป็นสีม่วง (ถวิท ครุฑกุล และคณะ, 2548) และ Gonzales et. al. (2009) ศึกษาความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในระบบ NFT รายงานว่า การดูดใช้ไนโตรเจนของต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 7 วันหลังย้ายปลูกในระบบ NFT มีปริมาณ 0.05-0.09 mg/L เมื่อเทียบกับปริมาณของไนโตรเจนของวัสดุเพาะทั้ง 6 สูตร น่าจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

1.7 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P_2O_5) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสของสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 2.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 2.87 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 2.24 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุเพาะสูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.53 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 1 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) พืชต้องการฟอสฟอรัสในการเจริญของราก เมื่อขาดพืชจะชะงักการเจริญเติบโต และแคระแกร็น (นิพนธ์ ไชยมงคล, ม.ป.ป.) และ Gonzales et. al. (2009) ศึกษาความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในระบบ NFT รายงานว่า การดูดใช้ฟอสฟอรัสของต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 7 วันหลังย้ายปลูกในระบบ NFT มีปริมาณ 3.10 mg/L เมื่อเทียบกับปริมาณของฟอสฟอรัสของวัสดุเพาะทั้ง 6 สูตร น่าจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

1.8 ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมของสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 1.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.07 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.75 สูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ เปอร์เซ็นต์ 0.67 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2) ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตควบคุมการคายน้ำและการปิด

เปิดของปากใบ กรณีขาดธาตุโพแทสเซียม จะแสดงอาการที่ใบแก่ก่อน และชะงักการเจริญเติบโต (ถวิท ครุฑกุล และคณะ, 2548) และ Gonzales et. al. (2009) ศึกษาความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในระบบ NFT รายงานว่า การดูดใช้โพแทสเซียมของต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 7 วันหลังย้ายปลูกในระบบ NFT มีปริมาณ 1.95-3.90 mg/L เมื่อเทียบกับปริมาณของฟอสฟอรัสของวัสดุเพาะทั้ง 6 สูตร วัสดุเพาะสูตรที่ 2-6 มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ ส่วนวัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีค่าโพแทสเซียมน้อยกว่าค่าที่เหมาะสม อาจทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตได้

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีของพีทมอสและวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					EC	pH	C/N	OM	Moui-
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter cake	dS/m		Ratio	%	ture
1	Peat moss					1.52	5.3	33.0	66.50	30.39
2	1	0.5	1	-	1	2.12	7.3	35.3	38.96	19.09
3	1	0.5	1	1	-	4.14	7.8	13.7	34.88	15.40
4	1	0.5	1	0.5	-	4.07	7.2	33.5	36.97	18.81
5	1	0.5	1	1	1	2.90	7.7	17.7	31.79	22.85
6	1	0.5	1	0.5	1	2.46	7.5	23.2	37.65	20.75

ตารางที่ 4.2 ปริมาณธาตุอาหารของพีทมอสและวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					N	P_2O_5	K_2O
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter cake	%	%	%
1	Peat moss					1.17	1.35	0.15
2	1	0.5	1	-	1	0.64	1.53	0.75
3	1	0.5	1	1	-	1.48	2.92	1.07
4	1	0.5	1	0.5	-	0.64	2.00	1.20
5	1	0.5	1	1	1	1.04	2.87	0.80
6	1	0.5	1	0.5	1	0.94	2.24	0.67

2. สมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะกล้า

2.1 ความหนาแน่นรวม (bulk density) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ วัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีค่ามากที่สุด 0.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.62 g/cm^3 สูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.63 g/cm^3 สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.67 g/cm^3 สูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.53 และสูตรที่ 2 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.42 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งความหนาแน่นรวม มีผลโดยตรงต่อการยึดเกาะของรากและพยุงลำต้นพืช และเป็นตัวบ่งชี้ระดับการชอนไชของราก วัสดุปลูกที่มีความหนาแน่นน้อยมีผลทำให้พืชล้มง่าย แต่มีข้อดีคือ น้ำหนักเบา สะดวกในการขนส่ง โดยเหนียวคำ คำมีนาที (2555) อ้างถึง วิทยา (2531) และสมภพ พานทอง (2556) อ้างถึง Hanan (1998) ว่าคุณสมบัติที่ดีของวัสดุปลูกควรมีความหนาแน่นรวม (bulk density) มีค่าระหว่าง 0.15-1.3 g/cm^3 ดังนั้น วัสดุเพาะทุกสูตรมีความหนาแน่นเหมาะสำหรับการยึดเกาะ พยุงลำต้นของกล้ามะเขือเทศได้

2.2 ความพรุนรวม (Total porosity) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ความพรุนรวมของสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 51.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 45.22 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 44.23 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 42.54 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 40.40 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 39.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งค่าความพรุนของวัสดุเพาะ บอกถึงการยอมให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปได้ วัสดุเพาะที่ดีควรมีความพรุน 60-75 เปอร์เซ็นต์ สมภาพ พานทอง (2556) อ้างถึง Hanan (1998) ดังนั้น วัสดุเพาะทุกสูตร มีค่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม อาจทำให้พืชขาดน้ำและอากาศได้

2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) วัสดุเพาะของสูตรต่างๆ พบว่า สูตรที่ 6 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 31.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 29.49 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 1 มีค่าเท่ากับ 29.43 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 28.32 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 26.94 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 2 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 26.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งวัสดุเพาะที่ดีต้องอุ้มน้ำได้เพียงพอกับความต้องการของพืช แต่ขณะเดียวกันต้องระบายน้ำได้ดีด้วย ความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีที่สุดควรมีค่า 35-50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้าต่ำกว่านั้นอาจทำให้เสี่ยงต่อการขาดน้ำ สมภาพ พานทอง (2556) อ้างถึง Hanan (1998) ดังนั้น วัสดุเพาะทุกสูตรมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ซึ่งทำให้ต้นกล้าขาดน้ำได้

2.4 ช่องว่างอากาศ (Air porosity) ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุเพาะของสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 15.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 15.70 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 13.91 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 13.36 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 13.26 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 8.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งช่องว่างอากาศ (air porosity) ของ

วัสดุเพาะที่ดีมีค่า ระหว่าง 10-20 เปอร์เซ็นต์ สมภาพ พานทอง (2556) อ้างถึง Hanan (1998) ดังนั้น วัสดุเพาะสูตรที่ 2-6 มีปริมาณช่องว่างในอากาศเหมาะสม ส่วนวัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีปริมาณช่องว่างในอากาศน้อยกว่าระดับที่เหมาะสมจึงมีโอกาสขาดอากาศ ถ้ามีการให้น้ำปริมาณมากหรือบ่อยครั้ง

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพของพีทมอสและวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					ความหนาแน่นรวม (%)	ความพรุนรวม (%)	ความสามารถในการอุ้มน้ำ (%)	ช่องว่างอากาศ (%)
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter cake				
1	Peat moss					0.72	51.94	29.43	8.50
2	1	0.5	1	-	1	0.42	44.23	26.40	13.26
3	1	0.5	1	1	-	0.62	39.27	28.32	15.84
4	1	0.5	1	0.5	-	0.63	40.40	26.94	15.70
5	1	0.5	1	1	1	0.67	42.54	29.49	13.91
6	1	0.5	1	0.5	1	0.53	45.22	31.64	13.36

3. สมบัติทางชีวภาพของวัสดุเพาะกล้า

3.1 ปริมาณแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนของสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ $3.80x10^3$ CFU/g รองลงมาคือ สูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ $3.23x10^3$ CFU/g สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ $2.85x10^3$ CFU/g และสูตรที่ 6 ค่าเท่ากับ $1.90x10^3$ CFU/g ปริมาณเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนของสูตรที่ 1 และ 2 ไม่พบแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (ตารางที่ 4.4) ซึ่งการที่พบจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนมากที่สุดในสูตรที่ 3 อาจเป็นเพราะว่า ส่วนผสมมีอัตราส่วนของปุ๋ยชีวภาพ พด. 12 ที่มากกว่าสูตรอื่นๆและส่งผลทำให้สามารถเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจนให้กับพืชได้มากกว่าสูตรอื่นตามไปด้วย

3.2 ปริมาณแบคทีเรียละลายฟอสเฟต ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียละลายฟอสเฟตของสูตรที่ 5 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ $1.33x10^4$ CFU/g รองลงมาคือสูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ $1.30x10^4$ CFU/g สูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ $1.16x10^4$ CFU/g สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ $1.0x10^4$ CFU/g และสูตรที่ 2 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ $9.00x10^3$CFU/g และสูตรที่ 1 ไม่พบเชื้อแบคทีเรียตรึงฟอสฟอรัส (ตารางที่ 4.4) ดังนั้น แบคทีเรียละลายฟอสเฟตที่พบในวัสดุเพาะ ซึ่งมาจากส่วนผสมของปุ๋ยชีวภาพ

พด.12 มีปริมาณใกล้เคียงกัน แตกต่างจากสูตรที่ 2 ซึ่งไม่มีส่วนผสมของปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ส่งผลทำให้ปริมาณธาตุฟอสเฟตน้อยลงไปด้วย

3.3 ปริมาณแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม ของวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมของสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ $2.15x10^7$ CFU/g รองลงมาคือสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ $1.24x10^7$ CFU/g สูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ $1.02x10^7$ CFU/g สูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ $3.33x10^6$ CFU/g $2.9x10^6$ CFU/g และสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ $2.83x10^6$ CFU/g (ตารางที่ 4.4) จะเห็นได้ว่า แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมพบในวัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของปุ๋ยชีวภาพ พด.12 มากกว่าวัสดุเพาะที่ไม่มีส่วนผสมของปุ๋ยชีวภาพ พด.12

จากผลการทดลองสังเกตได้ว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมของ filter cake เป็นส่วนผสมอย่างเดียว ทำให้ปริมาณแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์น้อยกว่าสูตรอื่น เนื่องจาก filter cake ที่อยู่ในกระบวนการย่อยสลาย จะเกิดความร้อนทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้น้อย วัสดุเพาะสูตรที่มีปุ๋ยชีวภาพ พด.12 เป็นส่วนผสมอย่างเดียวโดยไม่มี filter cake เป็นส่วนผสมวัสดุเพาะ(สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4) พบปริมาณแบคทีเรียที่ประโยชน์มากกว่าสูตรที่มี filter cake เป็นส่วนผสม (สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6) (ตารางที่ 4.4) ดังนั้น ควรมีการนำ filter cake มาทำเป็นปุ๋ยหมักก่อนนำมาเป็นวัสดุเพาะเพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของกิจกรรมจุลินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/g)

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					ปริมาณแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (CFU/g)	ปริมาณแบคทีเรียละลายฟอสเฟต (CFU/g)	ปริมาณแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม (CFU/g)
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter cake			
1	Peat moss					0	0	0
2	1	0.5	1	-	1	0	$9.00x10^3$	$2.83x10^6$
3	1	0.5	1	1	-	$3.80x10^3$	$1.30x10^4$	$2.15x10^7$
4	1	0.5	1	0.5	-	$3.23x10^3$	$1.30x10^4$	$1.02x10^7$
5	1	0.5	1	1	1	$2.85x10^3$	$1.33x10^4$	$3.33x10^6$
6	1	0.5	1	0.5	1	$1.90x10^3$	$1.16x10^4$	$1.24x10^7$

ตอนที่ 3 การงอกของเมล็ดมะเขือเทศสีดา

การงอกของเมล็ดมะเขือเทศในวันที่ 7 และ14 หลังเพาะเมล็ด ด้วยวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า สูตรที่ 1 มีจำนวนต้นและเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดมากที่สุด ในวันที่ 7 หลังเพาะเมล็ด เท่ากับ 90 ต้น คิดเป็น 87.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรที่ 2 4 5 และ6 เท่ากับ 74-78 ต้น คิดเป็น 72.01-75.60 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 3 มีจำนวนต้นและเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยที่สุดเท่ากับ 44 ต้น คิดเป็น 55.93 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากวัสดุเพาะสูตรที่ 3 มีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว เห็นได้จากค่า C/N ratio ต่ำ มีค่าเท่ากับ 13.7 และค่า EC สูง มีค่าเท่ากับ 4.14 dS/m ความเค็มที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อการงอกของเมล็ดทำให้เมล็ดงอกช้ากว่าทุกสูตรการทดลอง ส่วนการงอกของเมล็ดในวันที่ 14 หลังเพาะเมล็ดพบว่า ความงอกของเมล็ดที่เพาะในวัสดุเพาะทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนต้น 101-103 ต้น คิดเป็น 97.48-98.82 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมล็ดได้รับความชื้นอย่างเพียงพอและวัสดุเพาะมีความเหมาะสมต่อการงอก (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 การงอกของเมล็ดมะเขือเทศสีดา

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					7 วันหลังเพาะเมล็ด		14 วันหลังเพาะเมล็ด	
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter cake	จำนวน (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)	จำนวน (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)
1	Peat moss					90a	87.25a	102	98.32
2	1	0.5	1	-	1	78a	75.60a	102	98.32
3	1	0.5	1	1	-	44b	55.93b	103	98.92
4	1	0.5	1	0.5	-	78a	75.36a	102	98.20
5	1	0.5	1	1	1	74a	72.01a	103	98.80
6	1	0.5	1	0.5	1	75a	72.83a	101	97.48
F-test						**	**	ns	ns

ตอนที่ 4 ศึกษาผลของชนิดและสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา

การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ และการให้ปุ๋ยเคมีหรือไม่ให้ปุ๋ยเคมีในระหว่างการเจริญเติบโตจะส่งผลต่อการเจริญในด้านต่างๆของต้นกล้ามะเขือเทศที่แตกต่างกัน เมื่ออายุ 14 วัน 21 และ 28 วัน ดังนี้

4.1 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 14 วัน หลังเพาะเมล็ด

ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 (พีทมอส) มีความสูงมากที่สุด เท่ากับ 69.9 มิลลิเมตร รองลงมาคือวัสดุเพาะสูตรที่ 4 เท่ากับ 58.77 มิลลิเมตร สูตรที่ 3 เท่ากับ 55.22 มิลลิเมตร สูตรที่ 5 เท่ากับ 53 มิลลิเมตร สูตรที่ 6 เท่ากับ 51.78 มิลลิเมตร และสูตรที่ 2 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 34.80 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.6) จะเห็นได้ว่า พีทมอส ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศสูงที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรอื่นๆ และวัสดุเพาะสูตรที่ 4 มีความสูงแตกต่างกับสูตรที่ 2 และสูตรที่ 6 เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของวัสดุเพาะ พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 2 และ 6 มีสัดส่วนของ filter cake และมีสัดส่วนของปุ๋ยชีวภาพน้อยกว่า สูตรที่ 4 และ เมื่อวัสดุเพาะสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรที่ 3 และสูตรที่ 5 จะเห็นได้ว่า สัดส่วนของ filter cake ที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบทางด้านความสูงของกล้ามะเขือเทศได้

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 (พีทมอส) ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด เท่ากับ 1.72 มิลลิเมตร รองลงมาคือ วัสดุเพาะสูตรที่ 4 เท่ากับ 1.50 มิลลิเมตร สูตรที่ 6 เท่ากับ 1.42 มิลลิเมตร สูตรที่ 3 เท่ากับ 1.41 มิลลิเมตร สูตรที่ 5 เท่ากับ 1.38 มิลลิเมตร และวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด เท่ากับ 1.09 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีความแตกต่างกับวัสดุเพาะสูตรอื่นๆ และสูตรที่ 3 4 5 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จะเห็นได้ว่าสูตรของวัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของปุ๋ยชีวภาพและfilter cake ทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความกว้างลำต้นดีกว่าสูตรที่มี filter cake เพียงอย่างเดียว

น้ำหนักสดต้นของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดต้นของต้นกล้ามะเขือเทศสีดามากกที่สุด เท่ากับ 3.37 กรัม รองลงมาคือ วัสดุเพาะสูตรที่ 4 เท่ากับ 2.37 กรัม สูตรที่ 3 เท่ากับ 1.91 กรัม สูตรที่ 5 เท่ากับ 1.82 กรัม สูตรที่ 6 เท่ากับ 1.66 กรัมและวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.69 กรัม (ตารางที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของน้ำหนักสดต้นของต้น

กล้ามะเขือเทศสีดา พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 ทำให้น้ำหนักสดต้นของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาแตกต่างกับวัสดุเพาะสูตรอื่นๆ และวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 5 และ 6 มีน้ำหนักสดต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ

น้ำหนักแห้งต้นของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุดเท่ากับ 0.43 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ สูตรที่ 5 เท่ากับ 0.38 กรัม สูตรที่ 6 เท่ากับ 0.33 กรัม วัสดุเพาะสูตรที่ 2 เท่ากับ 0.32 กรัม สูตรที่ 3 เท่ากับ 0.30 กรัม และสูตรที่ 4 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.26 กรัม (ตารางที่ 4.6) จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา ซึ่งทำให้วัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันกับสูตรที่ 3 4 5 และ 6 และจากการสังเกต พบว่า ต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีรากที่ยาวซึ่งจะส่งผลทำให้น้ำหนักสูงตามไปด้วย

จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา พบว่า วัสดุเพะสูตรที่ 1 มีจำนวนใบมากที่สุดเท่ากับ 2 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 4 เท่ากับ 2 ใบ สูตรที่ 5 เท่ากับ 1 ใบ สูตรที่ 6 เท่ากับ 1 ใบ และวัสดุเพาะสูตรที่ 2 ไม่มีการสร้างใบ (ตารางที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 4 และ 5 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่แตกต่างกันกับวัสดุเพาะสูตรที่ 3 และ 6 และวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวัสดุเพาะสูตรที่ 3และ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของ filter cake ที่มากเกินไปอาจจะมีผลทำให้มีการสร้างใบน้อยลง จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนของวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.64 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับสูตรที่ 4 แต่สูตรที่ 2 มีส่วนผสมของ filter cake ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการหมักจึงดึงไนโตรเจนไปใช้ในกระบวนการหมัก จึงมีผลทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาไม่สร้างใบ และชะงักการเจริญเติบโตทุกด้าน

ตารางที่ 4.6 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					ความสูง (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)	น้ำหนักสดต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	จำนวนใบ (ใบ)
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter Cake					
1	Peat moss					69.95a[1/]	1.72a	3.37a	0.43a	2a
2	1	0.5	1	-	1	34.80d	1.09c	0.69c	0.32ab	0b
3	1	0.5	1	1	-	55.22bc	1.41b	1.91b	0.30ab	1ab
4	1	0.5	1	0.5	-	58.77b	1.50ab	2.37b	0.28b	2a
5	1	0.5	1	1	1	53.26bc	1.38b	1.82b	0.38ab	1ab
6	1	0.5	1	0.5	1	51.78c	1.42b	1.66b	0.33ab	1ab
	T-Test					**	**	**	**	**

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4.2 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วัน หลังเพาะเมล็ดและการให้ปุ๋ยเคมีเสริม

ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 (พีทมอส) มีความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดามากที่สุด เท่ากับ 115.49 มิลลิเมตร รองลงมาคือ วัสดุเพาะสูตรที่ 4 เท่ากับ 94.89 มิลลิเมตร สูตรที่ 3 เท่ากับ 91.39 มิลลิเมตร สูตรที่ 5 เท่ากับ 84.77 มิลลิเมตร สูตรที่ 6 เท่ากับ 77.25 มิลลิเมตร และสูตรที่ 2 มีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 39.10 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.7) จะเห็นได้ว่าพีทมอส ทำให้ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 21 วันหลังเพาะมากกว่าสูตรอื่น และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรที่ 3 4 แต่แตกต่างกันกับ วัสดุเพาะสูตรที่ 5 และ 6 ส่วนวัสดุเพาะสูตรที่ 6 ไม่มีความแตกต่างกันกับวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 และ 5 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา พบว่า สูตรที่ 2 มีการเจริญขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นอาจเนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 2.13 มิลลิเมตร รองลงมาคือ วัสดุเพาะสูตรที่ 4 เท่ากับ 2.02 มิลลิเมตร สูตรที่ 3 และ 5 เท่ากับ 1.97 มิลลิเมตร สูตรที่ 6 เท่ากับ 1.75 มิลลิเมตร และวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 1.22 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.7) จะเห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของมะเขือเทศสีดาอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ดในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 3 4 และ5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันกับวัสดุเพาะสูตรที่ 2 และวัสดุเพาะสูตรที่ 6 และวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 5 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งวัสดุเพาะที่สัดส่วนของ filter cake เพียงอย่างเดียวอาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตต่อกล้ามะเขือเทศสีดาได้

น้ำหนักสดต้นของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด เท่ากับ 7.96 กรัม รองลงมาคือ สูตรที่ 4 เท่ากับ 6.19 กรัม สูตรที่ 3 เท่ากับ 5.82 กรัม สูตรที่ 5 เท่ากับ 5.75 กรัม สูตรที่ 6 เท่ากับ 4.68 กรัม และสูตรที่ 2 มีน้ำหนักสดต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 1.03 กรัม (ตารางที่ 4.7) จะเห็นได้ว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 1 3 4 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกับวัสดุเพาะสูตรที่ 2 และ 6 ส่วนวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 5 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจมีผลมาจากสัดส่วนของ filter cake ในปริมาณที่มากเกินไปอาจส่งผลทำให้น้ำหนักสดต้นของต้นกล้าน้อยลงตามไปด้วย และวัสดุเพาะที่ส่วนผสมของ ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 อย่างเดียวทำให้น้ำหนักสดต้นกล้ามะเขือเทศสีดาสูงกว่า วัสดุเพาะที่ส่วนผสมของ filter cake ด้วย

น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 5 มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 1.18 กรัม รองลงมาคือ วัสดุเพาะสูตรที่ 1 เท่ากับ 1.15 กรัม สูตรที่ 6 เท่ากับ 1.03 กรัม สูตรที่ 3 เท่ากับ 0.95 กรัม สูตรที่ 2 เท่ากับ 0.89 กรัม และสูตรที่ 4 มีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.82 กรัม (ตารางที่ 4.7) จะเห็นได้ ปุ๋ยเคมีมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด และผลทำให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 5 และ 6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะว่ามีสัดส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และวัสดุเพาะสูตรที่ 2 3 4 6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 4 มีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 4 ก่อนเพาะเมล็ด มีค่า EC สูง (4.21) อาจมีผลต่อการดูดน้ำของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาได้ และพบว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 4 มีค่า pH 7.3 อาจส่งผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารได้

จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ของวัสดุเพาะสูตรที่ 1 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3 ใบ รองลงมาคือ วัสดุเพาะสูตรที่ 4 คือ 2.75 ใบ สูตรที่ 5 เท่ากับ 2.50 ใบ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 2.25 ใบ ส่วนวัสดุเพาะสูตรที่ 2 ต้นกล้ามะเขือเทศยังไม่มีการสร้างใบ

ตารางที่ 4.7 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 21 วัน หลังเพาะเมล็ดและการให้ปุ๋ยเคมีเสริม

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					ความสูง (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)	น้ำหนักสดต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	จำนวนใบ (ใบ)
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter cake					
1	Peat moss					115.49a[1/]	2.13a	7.96a	1.15ab	3a
2	1	0.5	1	-	1	39.10c	1.22c	1.03c	0.89bc	0b
3	1	0.5	1	1	-	91.39ab	1.97ab	5.82ab	0.95abc	2a
4	1	0.5	1	0.5	-	94.89ab	2.02ab	6.19ab	0.82c	3a
5	1	0.5	1	1	1	84.77b	1.97ab	5.75ab	1.18a	3a
6	1	0.5	1	0.5	1	77.25b	1.75b	4.68b	1.03ab	2ab
การให้ปุ๋ยเคมี (B)	ให้					83.77	1.85	5.20	1.03	2
	ไม่ให้					83.86	1.83	5.28	0.98	2
สูตรวัสดุเพาะ (A)						**	**	**	**	**
การให้ปุ๋ยเคมีและไม่ให้ปุ๋ยเคมีเสริม (B)						ns	ns	ns	ns	ns
AxB						ns	ns	ns	ns	ns

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4.3 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ดและการให้ปุ๋ยเคมีเสริม

ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ดในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุเพาะที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 มากที่สุดเท่ากับ 148.51 มิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างกับความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 5 และ 6 เท่ากับ 131.70, 120.48 124.66 และ 98.48 มิลลิเมตรและความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 น้อยที่สุดเท่ากับ 40.45

มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.8) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 และ 5 และที่มีส่วนผสมของ filter cake และปุ๋ยชีวภาพ พด.12 มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปริมาณมากกระตุ้นให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีความสูงมากกว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มี filter cake เพียงอย่างเดียว อาจทำให้มีธาตุไนโตรเจนน้อยไม่เพียงพอทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศไม่การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ส่วนการให้และไม่ให้ปุ๋ยเคมีไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศ

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด พบว่า วัสดุเพาะสูตรต่างๆ ร่วมกับการให้และปุ๋ยเคมีไม่ให้ปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลร่วมกันต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) โดยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ดที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 5 ร่วมกับการไม่ให้ปุ๋ยเคมีมากที่สุด เท่ากับ 2.59 มิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ดที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 3 และ 4 ร่วมกับการไม่ให้ปุ๋ยเคมี เท่ากับ 2.53, 2.51 และ 2.56 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ดที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 ร่วมกับการไม่ให้ปุ๋ยเคมีน้อยที่สุด เท่ากับ 2.16 มิลลิเมตร อาจมีธาตุไนโตรเจนต่ำกว่าปกติไม่เพียงพอต่อความต้องการประกอบกับมีความหนาแน่นน้อย 0.42 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อย 26.43 เปอร์เซ็นต์ อาจมีผลทำให้พืชขาดน้ำและชะงักการเจริญเติบโตได้ (นิพนธ์ ไชยมงคล, ม.ป.ป.)

น้ำหนักสดของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด ในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุเพาะที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยน้ำหนักสดของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 มากที่สุดเท่ากับ 15.26 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับน้ำหนักสดของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 5 และ 6 เท่ากับ 12.60, 13.46, 14.71 และ 9.47 กรัม และน้ำหนักสดของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 น้อยที่สุดเท่ากับ 1.18 กรัม (ตารางที่ 4.8) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 3 4 5 และ 6 และที่มีส่วนผสมของ filter cake และปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีน้ำหนักสดมากกว่าวัสดุเพาะสูตรอื่นๆ และวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มี filter cake เพียงอย่างเดียว อาจทำให้มีธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ส่งผลให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีน้ำหนักสดน้อยตามไปด้วย ส่วนการให้และไม่ให้ปุ๋ยเคมีไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศ

น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน ในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุเพาะที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 5 มากที่สุดเท่ากับ 1.51 กรัม แต่ไม่แตกต่างกันกับน้ำหนักสดของสูตรที่ 1 5 และ 6 เท่ากับ 1.49, 1.51 และ 1.20 กรัม น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 4 น้อยที่สุดเท่ากับ 0.84 กรัม ซึ่งมี

ความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรอื่นๆ แต่น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันกับน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศของวัสดุเพาะสูตรที่ 2 เท่ากับ 0.96 กรัม (ตารางที่ 4.8) ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะสูตรที่ 2 สูตรที่ 4 มีน้ำหนักแห้งไม่ต่างกัน อาจเป็นเพราะวัสดุเพาะมีสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะส่งผลทำให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศไม่แตกต่างกันด้วย จากการสังเกตพบว่า วัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีรากที่ยาวมากซึ่งจะส่งผลทำให้น้ำหนักแห้งสูงขึ้นตามไปด้วย

จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด ในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า วัสดุเพาะที่แตกต่างกันอิทธิพลต่อจำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยจำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 3 4 และสูตรที่ 5 มากที่สุดเท่ากับ 4 ใบเท่ากัน สูตรที่ 6 มีจำนวนใบเท่ากับ 3 ใบและจำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 จำนวนใบน้อยที่สุด เท่ากับ 1 ใบ (ตารางที่ 4.8) จะเห็นได้ว่า วัสดุเพาะทุกสูตรทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการสร้างใบ ยกเว้นในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 (มีแค่ใบเลี้ยง) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า สูตรที่ 1 3 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างในสูตรที่ 2 และสูตรที่ 6 ส่วนการให้และไม่ให้ปุ๋ยเคมีไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศ

การเจริญเติบโตของต้นกล้าเขือเทศในวัสดุเพาะที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ในวัสดุเพาะสูตรที่ 3 CD: RH: RHA: LDD.12 (1: 0.5: 1: 1) สูตรที่ 4 CD: RH: RHA: LDD.12 (1: 0.5: 1: 0.5) สูตรที่ 5 CD: RH: RHA: LDD.12: FC (1: 0.5: 1: 1: 1) และ สูตรที่ 6 CD: RH: RHA: LDD.12: FC (1: 0.5: 1: 0.5: 1) พบว่า วัสดุเพาะทุกสูตรทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีกว่าไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนของปุ๋ยชีวภาพ พด.12 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 พบว่าอัตราส่วนของปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ที่มากกว่า (สูตรที่ 5) ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น สูงกว่าอัตราส่วนของปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ที่น้อยกว่า (สูตรที่ 6) และสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และปริมาณธาตุอาหาร N P K ในสูตรที่ 5 มากกว่าสูตรที่ 6 ส่งผลให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดีตามไปด้วย

สำหรับวัสดุเพาะสูตรที่ 2 (CD: RH: RHA: FC: 1: 0.5: 1: 1) ไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาเป็นวัสดุเพาะเนื่องจากไม่ทำให้มะเขือเทศสีดาเจริญเติบโตได้ในทุกๆด้าน จากการทดลอง พบว่ามีธาตุไนโตรเจนต่ำที่สุด 0.64 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า C/N Ratio สูงที่สุด 35.3 อาจเนื่องจาก filter cake ที่นำมาใช้ไม่ผ่านกระบวนการหมักทำให้มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนในกระบวนการหมัก พบว่า ในการหมัก filter cake ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีปริมาณลดลง มีการสูญเสียจากการรดน้ำ การระเหยเป็นแก๊ส ปรารถนา ปลอดดี (2552) และในกระบวนการหมักจุลินทรีย์มีการใช้ไนโตรเจน ส่งผลทำให้กล้ามะเขือเทศชะงักการเจริญเติบโตทุกด้าน

ในวัสดุเพาะสูตรที่ 5 CD: RH: RHA: LDD.12: FC อัตราส่วน 1: 0.5: 1: 1: 1 และสูตรที่ 3 CD: RH: RHA: LDD.12 อัตราส่วน 1: 0.5: 1: 1 ทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ดีกว่าทุกสูตรในการทดลองและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.8 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ดและการให้ปุ๋ยเคมีเสริม

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					ความสูง (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)	น้ำหนักสดต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	จำนวนใบ (ใบ)
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter Cake					
1	พีทมอส					148.51a[1/]	2.53ab	15.26a	1.49a	4a
2	1	0.5	1	-	1	40.45d	1.26c	1.18c	0.96ab	1c
3	1	0.5	1	1	-	131.70ab	2.51ab	12.60ab	1.20ab	4a
4	1	0.5	1	0.5	-	120.48bc	2.56a	13.46ab	0.84b	4a
5	1	0.5	1	1	1	124.66ab	2.59a	14.71a	1.51a	4a
6	1	0.5	1	0.5	1	98.48c	2.16b	9.47b	1.20ab	3b
การให้ปุ๋ยเคมี (B)	ให้					109.26	2.27	10.97	1.28	3
	ไม่ให้					112.17	2.27	11.26	1.13	3
สูตรวัสดุเพาะ (A)						**	**	**	**	**
การให้ปุ๋ยเคมีและไม่ให้ปุ๋ยเคมีเสริม (B)						ns	ns	ns	ns	ns
AxB						ns	*	ns	ns	ns

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตอนที่ 5 ต้นทุนของวัสดุเพาะกล้า

ต้นทุนในการผลิตวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า ต้นทุนของพีทมอส มากที่สุด เท่ากับ 15.00 บาทต่อลิตร และวัสดุเพาะสูตรที่ 2-6 เท่ากับ 2.22-3.83 บาทต่อลิตร ดังนั้น วัสดุเพาะที่มี

ส่วนผสมของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบดิบ แกลบดำ filter cake และปุ๋ยชีวภาพ พด. 12 เมื่อเปรียบเทียบกับพีทมอส สามารถลดต้นทุนได้ถึง 4.77-6.75 เท่า โดยเฉพาะสูตรที่ 5 ต้นทุนต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ต้นทุนของวัสดุเพาะ (บาท/ลิตร)

สูตรที่	สัดส่วนของวัสดุ					ต้นทุนของวัสดุเพาะ (บาท/ลิตร)	เปรียบเทียบต้นทุนพีทมอส/วัสดุเพาะ (เท่า)
	ขุยมะพร้าว	แกลบดิบ	แกลบเผา	ปุ๋ยชีวภาพ พด.12	Filter cake		
1	พีทมอส					15.00	
2	1	0.5	1	-	1	2.43	6.18
3	1	0.5	1	1	-	3.14	4.77
4	1	0.5	1	0.5	-	3.83	3.91
5	1	0.5	1	1	1	2.22	6.75
6	1	0.5	1	0.5	1	2.38	6.32

บทที่ 5
สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1. สรุปการวิจัย

1.1 การงอกของเมล็ดมะเขือเทศสีดาที่เพาะในวัสดุเพาะจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สูตรต่างๆ 6 สูตร พบว่า

มะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทั้งหมด 6 สูตร มีเปอร์เซ็นต์การงอก ในวันที่ 7 แตกต่างกัน โดยจะงอกไม่พร้อมกัน แต่ความงอกในวันที่ 14 จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ไม่แตกต่างกัน

1.2 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาที่เพาะในวัสดุเพาะจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สูตรต่างๆ 6 สูตร พบว่า

ต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 3 และ 5 มีการเจริญเติบโตที่ดี ซึ่งความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และจำนวนใบมากที่สุด แต่กล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 มีการเจริญเติบโตด้านต่างๆ น้อยที่สุด นอกจากนี้ต้นกล้ามะเขือเทศที่เพาะในวัสดุเพาะสูตรที่ 5 มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด จึงเหมาะสมต่อการนำมาเป็นวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศ

1.3 การใช้ filter cake สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกได้ดี

1.4 การใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ที่ผลิตจาก ปุ๋ยหมัก filter cake และมูลไก่ สามารถทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศเจริญเติบโตได้ดี โดยไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมี

1.5 ต้นทุนการเพาะกล้ามะเขือเทศสีดา

1.5.1 ต้นทุนของวัสดุเพาะสูตรที่ 5 มีต้นทุนน้อยที่สุด เท่ากับ 2.22 บาทต่อลิตร ซึ่งน้อยกว่าพีทมอส 6.75 เท่า

1.5.2 การไม่ให้ปุ๋ยเคมียังคงทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับการให้ปุ๋ยเคมี อาจเนื่องจากในวัสดุเพาะมีธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ ดังนั้นการให้ปุ๋ยอาจเป็นการสิ้นเปลือง

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ควรศึกษาเพิ่มเติม โดยการนำต้นกล้าที่เพาะย้ายปลูกในแปลงปลูกเพื่อศึกษาความแข็งแรงและการเจริญเติบโตในแปลงปลูกต่อไป

2.2 ควรพัฒนาสูตรที่ใช้ชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวนน้อยเพื่อให้เหมาะสมในเชิงการค้าต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. (2551). *คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี.*

คู่มือการเพิ่มผลผลผลิต ชุด *การปลูกมะเขือเทศปลอดสารพิษและวิธีเพิ่มผลผลิต* . (ม.ป.ป.). (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ยูทิไลซ์.

จานุลักษณ์ ขนบดี. (2541). *การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

จิรา ณ หนองคาย. (2551). *หลักการและเทคนิคการขยายพันธุ์พืชในประเทศไทย.* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

จุฑามาศ รุ่งเกรียงสิทธิ์. (2558). *ข้อมูลรายงานภาวการณ์ผลิตพืช ศูนย์สารสนเทศ*: กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้นจาก http://www.agriman.doae.go.th/home /news/year%202015/019_ycopersion%20esculentum.pdf .

ฉลอง เทพวิทักษ์กิจ. (2551). *คู่มือการการจัดการอินทรียวัตถุ เพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน.* กรุงเทพฯ. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ไฉน ยอดเพชร. (2542). *พืชผักอุตสาหกรรม มะเขือเทศและผลิตภัณฑ์.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: รั้วเขียว.

ชมพู่ โทวรรณา, ชานนท์ ลาภจิตร, และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร. (2551) . ผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร*. 39(3). จาก www.agi.nu.ac.th/proceeding/Oral/3.COสาขาพืชผัก/CO_281_284.pdf.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, จรัล เห็นพิทักษ์, และวีระศรี หวังการ. (2544). *การศึกษาและพัฒนาวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย.* การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 39. 230-236 กรุงเทพ: สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม สืบค้นจาก http://kukr.lib.ku.ac.th/ku_proceed/KUCON/search_detail/dowload_digital_file/7819/10968.

ถวิท ครุฑกุล, ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, สมศักดิ์ วังใน, เสรี ไตรรัตน์, สมเจตน์ จันทวัฒน์, สันทัด โรจนสุนทร และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2548). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลจันทร์ ชบา. (2554). *รายงานการวิจัย ศึกษาอัตราและระยะเวลาการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลิตมันสำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง 80* .

ปิ่นเพชร ดีล้อม และทองอยู่ เข็มม่วง. (2552). *การใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 เพื่อเพิ่ม ความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวในชุดดินจักราช จังหวัดสุรินทร์. รายงานการวิจัย* ทะเบียนวิจัยเลขที่ 51-52-05-09-40056-017-109-02-11

นิตย์ศรี แสงเดือนและสัมพันธ์ คัมภิรานนท์. (2553). *เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร.* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์

นิพนธ์ ไชยมงคล. (ม.ป.ป.). *เทคนิคการเพาะเมล็ดพันธุ์ผัก.* ระบบการปลูกพืช สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. สืบค้นจาก http;//www.mju.ac.th/fac-agr/hort/vegetable/main.htm

ปรารถนา ปลอดดี. (2552). *การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพของกากตะกอนอ้อยในระหว่างการย่อยสลายและผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์*" (วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

พรรณิภา มีศรี. (2549). *ลักษณะทั่วไปของมะเขือเทศ.* สืบค้นจาก https://www.l3nr.org/posts/28383.

มาริษา ภิรมย์แทน. (2547). *การคัดเลือกสายพันธุ์ไซยาโนแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รพีพงศ์ หน่วยจันทึก. (2554). *การศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพเพิ่มธาตุอาหารและฮอร์โมนพืช(พด.12) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า ในกลุ่มชุดดินที่ 2. รายงานการวิจัย* ทะเบียนวิจัยเลขที่ 54 54 03 12 3000 015 108 01 13.

ลักษมณ ปีตานนท์ชัย. (2550). *ผลของวัสดุเพาะกล้าและปุ๋ยเคมีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ.* (ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วรรณา สุวรรณวิจิตร และศิวพร จารัตน์. *(2554). ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วฝักยาว ในกลุ่มชุดดินที่ 56.* รายงานการวิจัย ทะเบียนวิจัยเลขที่ 53 53 13 12 08008 018 110 01 11.

สมภพ พานทอง. (2556). *การพัฒนาวัสดุเพาะกล้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า และวัสดุปลูกที่มีประสิทธิภาพควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศ ซึ่งเกิดจากเชื้อรา Sclerotium rolfsii*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (โรคพืช) ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. (ม.ป.ป.). *ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช*. สรีรวิทยาการผลิตพืช สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สืบค้นจาก http://ag.kku.ac.th/suntec/134101/134101%20Factors%20affecting%20G-D%20(note).pdf

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. (2556). *หลักวิชาพืชสวน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

สิริกุล วะสี, บุญส่ง เอกพงษ์, จันทรวิภา ธนะโสภน. (2555). *การจัดการการผลิตมะเขือเทศ*. เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการการผลิตไม้ผลและผักเชิงธุรกิจ หน่วยที่ 11 หน้าที่ 11-35 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุวรรณี แทนธานี. (มปป.). *จุลินทรีย์เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน*. สรรสาระ. 60(190) กรมวิทยาศาสตร์บริการ. สืบค้นจาก lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2555_190_60_p36-39.pdf.

เหนียวคำ คำมีนาที. (2555). *ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อรสา ดิสถาพร. (2552). *เทคนิคการปลูกผักสวนครัว (มะเขือเทศ). เอกสารคำแนะนำผักสวนครัวสานสายใยแห่งครอบครัว* กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร ส่วนส่งเสริมการผลิตผักไม้ดอกไม้ประดับและพืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ: นิวธรรมดาการพิมพ์.

อรสา ดิสถาพร และนรินทร์ สมบูรณสาร. (ม.ป.ป.). *การปลูกมะเขือเทศ*[จุลสาร]. ฝ่ายเอกสารแนะนำ กรมส่งเสริมการเกษตร.

อาภากร หล่องทองหลาง. (2553). *“ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของ Azospirillum largimobile และ Azotobacter vinelandii ในการปลูกข้าวระบบประณีต.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. สืบค้นจาก จากhttp://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=35O-PHATO-071.pdf&id=864&keeptrack=4

อัศศิริ กลางสวัสดิ์ และเพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. (2556). *วิธีการใช้ Streptomyces-PR87 ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ.* แก่นเกษตร. 41. สืบค้นจาก http://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=35O-PHATO-071.pdf&id=864&keeptrack=4

อาภรณ์ วงษ์วิจารณ์ นงพงา คุณจักร ศิววรรณ พูลพันธุ์ และองอาจ วัฒนชัยยิ่งยง. (ม.ป.ป.). *การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และจุลชีววิทยาของ Filter Press Cake จากโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย ระยะที่ 1-2.* จาก http://www.kmutt.ac.th/rippc/precake.htm.

วัสดุเพาะ. สืบค้นจาก https://banfern.wordpress.com. ค้นคืนวันที่ 26 ต.ค.2557

วัสดุเพาะ. สืบค้นจาก http://th.wikipedia.org/wiki. ค้นคืนวันที่ 26 ต.ค.2557

Jocelyn Amihan Gonzales, Toru Maruo and Yutaka Shinohara. (2009). Uptake ability of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) Grown using nutrient film technique (NFT) by ascending nutrient concebtration method. From journal-issaas-0.5-gonzalez.pdf.

ภาคผนวก

การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 14 วัน หลังเพาะเมล็ด

ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 21 วัน หลังเพาะเมล็ด

ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 21 วัน หลังเพาะเมล็ด

ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	วรดา สมคณะ
วัน เดือน ปีเกิด	5 พฤศจิกายน 2525
สถานที่เกิด	อ.ภูสิงห์ จ.ศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	วทบ.(เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 2547
สถานที่ทำงาน	กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ตำแหน่ง	นักวิชาการเกษตร