



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชสวน)

ปริญญา

พืชสวน

พืชสวน

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

Effects of Organic Growing Media and Bioextract on Growth of Tomato  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) Seedling

นามผู้วิจัย นายเหนียวคำ คำมีนาทิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

( อาจารย์พิจิตรา แก้วสอน, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

( อาจารย์ปริยานุช จุลกะ, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐ พิษกรรม, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ \_\_\_\_\_ เดือน \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า  
มะเขือเทศ

Effects of Organic Growing Media and Bioextract on Growth of Tomato  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) Seedling

โดย

นายเหนียวคำ คำมีนาทิต

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)

พ.ศ. 2555

เนืยวคำ คำมีนาที่ 2555: ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์พิจิตรา แก้วสอน, Ph.D. 117 หน้า

ศึกษาผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศพันธุ์สีดาระหว่างเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงมิถุนายน 2554 พบว่าวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) และ/หรือการให้ปุ๋ยเคมี 20-20-20 มีผลทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีที่สุด คือ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น จำนวนใบ ความเขียวของใบ น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินสูงที่สุด ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมี 20-20-20 ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศสูงที่สุด และรองลงมา คือ น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน นอกจากนี้การฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 400 ppm และ/หรือ การฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 ครั้ง ที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ต้นมะเขือเทศตั้งตัวได้ดีที่สุด โดยมีความสูงต้น จำนวนใบ ความเขียวของใบ น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินสูงที่สุด

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Neoykham Khamminathy 2012: Effects of Organic Growing Media and Bioextract on Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Seedling, Master of Science (Horticulture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Miss Pichitra Kaewsorn, Ph.D. 117 pages.

The effects of organic growing media and bioextracts on growth of 'Sida' tomato seedling were studied during July 2010 to June 2011. The results showed that growing media of coconut coir : compost (3:1) and /or application of chemical fertilizer 20-20-20 gave the highest of stem height, stem diameter, number of leaf, leaf greenness, shoot dry weight and root dry weight. The tomato seedling grown in coconut coir : compost (3:1) and applied of chemical fertilizer 20-20-20 gave the highest of stem height, followed by vermicast bioextract. Moreover, spraying of salicylic acid at 400 ppm at 21 and 35 days after sowing gave the highest of stem height, number of leaf, leaf greenness, shoot dry weight and root dry weight.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พิจิตรา แก้วสอน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ อาจารย์ ดร.ปริยานุช จุลกะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านของการเรียน การทำงานวิจัย การเขียนวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ยิ่งยง ไพบูลย์สานติวัฒนา ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุเทวี สุขปรการ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นางสาวศิริรัตน์ ภาคสวรรค์ และนิสิตภาควิชาพืชสวนที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือการเรียน การทำวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล การเขียน การวิจารณ์ผล การตรวจแก้เล่ม วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับรัฐบาลแห่งสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยเฉพาะสำนักงานเกษตรนครหลวงเวียงจันทน์ กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้ สถานเอกอัครราชทูตลาวประจำราชอาณาจักรไทย ที่ได้ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี และขอบพระคุณ สำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศไทย-ลาว (Thailand International Development Cooperation agency, TICA) ที่ให้โอกาสและสนับสนุนทุนการศึกษาตลอดมา

คุณความดีของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแก่ประเทศชาติ พระคุณบิดา มารดา พี่สาว ภรรยา (วิที คำมีนาที) และบุตรชาย (อะทิสัก คำมีนาที) พร้อมด้วยญาติพี่น้อง เพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา ทำให้ข้าพเจ้าประสบผลสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้และขอระลึกถึง พระคุณของคุณครูและอาจารย์ที่อบรม สั่งสอน และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตั้งแต่เยาว์วัย จนถึงปัจจุบัน

เหนียวคำ คำมีนาที

พฤษภาคม 2555

## สารบัญ

### หน้า

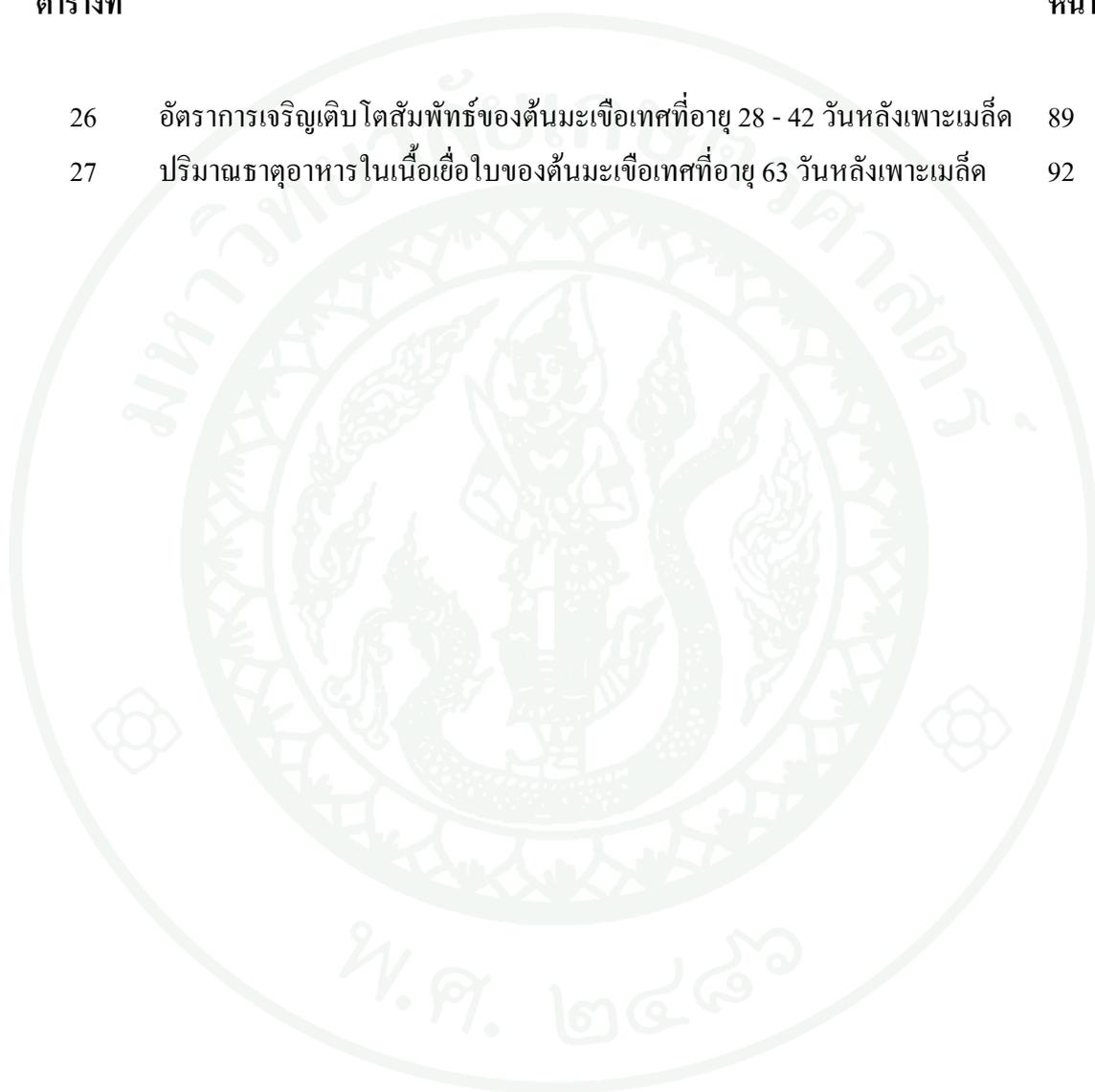
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	94
สรุป	94
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	112
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	117

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก	33
2	สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก	35
3	ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	37
4	เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	38
5	จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	40
6	น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและใต้ดินที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	41
7	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและใต้ดินที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	43
8	อัตราส่วนเหนือดินต่อรากที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	44
9	สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก	48
10	สมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ	51
11	ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อใบมะเขือเทศที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด	52
12	ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	55
13	เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	58
14	จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	61
15	ความเขียวใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	64
16	น้ำหนักสดส่วนเหนือดินต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	66
17	น้ำหนักสดส่วนใต้ดินต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	68
18	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	70
19	น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	72
20	อัตราส่วนเหนือดินต่อรากต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	74
21	ความสูงของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	77
22	จำนวนใบของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	80
23	ความเขียวใบของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	82
24	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	85
25	น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	87

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 - 42 วันหลังเพาะเมล็ด	89
27	ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อใบของต้นมะเขือเทศที่อายุ 63 วันหลังเพาะเมล็ด	92



## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสูงต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุปลูกอินทรีย์ และชนิดของปุ๋ยที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด	56
2	จำนวนใบในวัสดุปลูกอินทรีย์ และชนิดของปุ๋ยที่อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด	62
3	อัตราส่วนเนื้อดินต่อรากในวัสดุปลูกอินทรีย์ และชนิดของปุ๋ยที่อายุ 28 วัน	75
4	ความสูงของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	78
5	จำนวนใบของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด	81
6	ความเขียวใบของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลาย กรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	83
7	น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด	86

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
1 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 8 กรกฎาคม ถึง 12 สิงหาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	121
2 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 2 กันยายน ถึง 2 ตุลาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน	122
3 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ถึง 19 เมษายน 2554 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	123
4 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ถึง 19 เมษายน 2554 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	124

## ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า มะเขือเทศ

### Effects of Organic Growing Media and Bioextract on Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Seedling

#### คำนำ

มะเขือเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยโดยใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ในปี พ.ศ. 2550 มีเนื้อที่เพาะปลูกมะเขือเทศรวม 39,591 ไร่ ผลผลิตรวม 122,324 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) ในปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณส่งออกมะเขือเทศ 500,324 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 16,115,879 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ส่งออกเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 37,614.94 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 437,007,783.18 บาท (สมาคมผู้ค้าเมล็ดพันธุ์, 2554) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งการผลิตมะเขือเทศเพื่อการบริโภคและการผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยมาก

ผลมะเขือเทศเป็นแหล่งอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร มีสารจำพวกแคโรทีนอยด์ที่เรียกว่าไลโคปีน (lycopene) มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง (ศรานนท์, 2548) สามารถลดการเกิดมะเร็งลำไส้และมะเร็งต่อมลูกหมากได้ (นิคดา และคณะ, 2548) มีวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินเค โดยเฉพาะวิตามินเอและวิตามินซี มีในปริมาณสูงมี malic acid และ citric acid ซึ่งให้รสเปรี้ยว และกรดกลูตามิก ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ช่วยเพิ่มรสชาติให้อาหาร (คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการอนุรักษ์ผักสีเขียว, 2545)

การผลิตต้นกล้ามะเขือเทศให้สมบูรณ์และแข็งแรงนั้นนอกจากการเลือกเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีแล้ว การเลือกใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมก็ถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้พีทมอสซึ่งมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี การทดแทนการใช้พีทมอสโดยใช้วัสดุปลูกอินทรีย์ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ขุยมะพร้าว แกลบสด ปุ๋ยหมัก ขี้เลื่อย ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นที่มีราคาถูก เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร และยังเป็นการนำใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งการใช้น้ำหมัก

ชีวภาพซึ่งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากผลผลิตพืชสวนมาหมักร่วมกับกากน้ำตาล (สุนันทา, 2546) ซึ่งเมื่อผ่านการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แล้วจะประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง amino acid และฮอร์โมนที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย (ราเชนทร์ และ ศิริธรรม, 2550) จึงน่าจะเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้ระยะหนึ่ง

นอกจากนี้ขั้นตอนการย้ายปลูกลมะเขือเทศอาจทำให้ต้นกล้าได้รับการกระทบกระเทือน ระบบรากเสียหาย การตั้งตัวช้า ส่งผลให้การเจริญเติบโต และให้ผลผลิตช้าลง อีกทั้งพบปัญหาการเข้าทำลายของโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อราหรือเชื้อแบคทีเรีย โดยโรคที่เป็นอันตรายต่อมะเขือเทศในระยะกล้า คือ โรคโคนเน่าระดับดิน (damping-off) (Pfleeger and Gould, 2001) การใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกช่วยกระตุ้นให้ต้นยาสูบต้านทานต่อ cucumber mosaic virus ได้ (Mayers *et al.*, 2004) นอกจากนี้กรดซัลฟิวริกมีคุณสมบัติในการควบคุมลักษณะบางอย่างในการต้านทานโรค และการเกิดความร้อนขึ้นในพืช (Rakin, 1992)

ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและอัตราส่วนของวัสดุอินทรีย์ นำหมักชีวภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ รวมทั้งการช่วยให้ต้นกล้ามะเขือเทศทนต่อสภาพเครียด และโรคทางดินระหว่างการย้ายปลูกเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตต้นกล้ามะเขือเทศ ช่วยลดต้นทุนการผลิต และเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกร โดยการใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และเป็นการใช้ทรัพยากรภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดในอนาคตต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาชนิดและอัตราส่วนของวัสดุปลูกอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ
2. ศึกษาชนิดของน้ำหมักชีวภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ
3. ศึกษาความเข้มข้น และระยะเวลาฉีดพ่นของสารละลายกรดซัลฟิวริกที่เหมาะสมต่อตั้งตัวของต้นมะเขือเทศหลังย้ายปลูก

## การตรวจเอกสาร

มะเขือเทศ (tomato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. หรือ *Solanum lycopersicum* L. (AVRDC, 1990) อยู่ในวงศ์ Solanaceae (Tigchelaar and Rios, 1996) มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้แถบประเทศเปรูและเอกวาดอร์ มีการปลูกครั้งแรกในประเทศเม็กซิโก ชาวสเปนเป็นผู้นำมะเขือเทศเข้าสู่ทวีปยุโรปในตอนต้นศตวรรษที่ 16 และข้ามมหาสมุทรไปยังฟิลิปปินส์และมาเลเซียถูกนำเข้าไปปลูกในสหรัฐอเมริกาในตอนปลายศตวรรษที่ 18 นับตั้งแต่มีการค้นพบทวีปอเมริกา มะเขือเทศได้รับการเผยแพร่ไปทั่วโลกจนกลายเป็นพืชผักที่มีความสำคัญมากที่สุดชนิดหนึ่งในปัจจุบัน (ศุภลักษณ์, 2536)

### 1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก (root) เป็นระบบรากแก้วเมื่อรากแก้วถูกทำลายจะสร้างรากแขนงและรากฝอยมาทดแทนเป็นจำนวนมากในสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น อุณหภูมิที่ต่ำต้นมะเขือเทศจะสร้างรากพิเศษ (adventitious root) ที่ลำต้นซึ่งจะช่วยดูดอาหารไปเลี้ยงลำต้น รากของมะเขือเทศสามารถเจริญลึกกลงไปในดินได้ถึง 60–100 เซนติเมตร และแผ่กระจายได้กว้าง 120–150 เซนติเมตร

ลำต้น (stem) เป็นเหลี่ยมส่วนกิ่งก้านสาขาก็จะมีการแตกออกจากลำต้นเรื่อยๆ และอาจมีขนาดเท่ากับลำต้นเดิมได้ ถ้าหากปล่อยให้ตาข้างที่อยู่ต่ำกว่าซอกดอกแรกมีการเจริญเติบโต

ใบ (leaf) ใบเป็นใบประกอบรูปคล้ายขนนกเรียงสลับกันยาวประมาณ 5–7 เซนติเมตร มีสีเขียวปนเทา ข่น และเรียวเจริญสลับกันเป็นแบบ odd-pinnately compound leave มีต่อมสารระเหยที่บริเวณขนเมื่อถูกรบกวนจะปลดปล่อยสารมีกลิ่นออกมา ใบมะเขือเทศตั้งแต่ 1–7 ใบ จะสร้างอาหารสำหรับการเจริญของราก

ดอก (flower) เป็นดอกสมบูรณ์ หรือดอกสมบูรณ์เพศ (complete or perfect flower) มีเกสรเพศผู้ (stamen) รวมกันเป็นหลอด (tube) ครอบเกสรเพศเมีย (pistil) เป็นพืชผสมตัวเอง (self-pollination) ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ การผสมเกสรของมะเขือเทศต้องการอากาศเย็น

โดยเฉพาะอุณหภูมิตอนกลางคืนไม่ควรสูงกว่า 21 องศาเซลเซียส ดอกจะเกิดตามลำต้นเป็นช่อดอก โดยทั่วไปหนึ่งช่อดอกมีดอกย่อยประมาณ 4–5 ดอก ขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อมอื่นๆ

ช่อดอก (truss หรือ inflorescence หรือ flower cluster) เป็นแบบ raceme เกิดบนลำต้น บริเวณข้อหรือระหว่างข้อ ช่อดอกมีดอกย่อย 4–5 ดอก บางพันธุ์สามารถเจริญได้ตลอดเวลาเป็น ลักษณะช่อดอกแบบไม่จำกัด (indeterminate) บางพันธุ์มีจำนวนดอกต่อช่อมากจนกระทั่งมีดอก เจริญบนปลายช่อดอกซึ่งจำกัดการเจริญของช่อดอก เรียกลักษณะช่อดอกแบบจำกัด (determinate หรือ self running)

ผล (fruit) เป็นประเภท berry ประกอบด้วยรังไข่ที่เชื่อมกัน แบ่งเป็นช่อง (locule) หรือห้อง (chamber) ออกเป็น 2–25 ช่อง ส่วนใหญ่จะมีประมาณ 2–10 ช่อง ผลส่วนที่ใช้เป็นอาหาร ประกอบด้วย pericarp, placenta tissue และเมล็ด สีแดงของผลมะเขือเทศเกิดจากมี lycopene ซึ่งเป็น pigment ที่ทำให้เกิดสีแดง ส่วนเนื้อของผลมะเขือเทศประกอบด้วยสารต่าง ๆ ทั้ง insoluble solid และ soluble solid หากมีสารเหล่านี้มากทำให้เนื้อผลหนา protopectin ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ที่เรียกว่า lamella มีความสัมพันธ์โดยตรงกับเนื้อของผลและความแน่นของผล

เมล็ด (seed) รูปไข่แบน และมีขนาดเล็ปกคลุมอยู่ ขนาดของเมล็ด 1–4 มิลลิเมตร จำนวนเมล็ดต่อผลประมาณ 150–300 เมล็ด หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับพันธุ์ น้ำหนักเมล็ด 10 กรัม มีจำนวนเมล็ดประมาณ 2,500–3,000 เมล็ด (เกียรติเกษตร, 2541)

## 2. ลักษณะทั่วไป

มะเขือเทศมีโครโมโซมจำนวน  $2n=24$  เป็นพืชหลายฤดูแต่นิยมปลูกเป็นพืชฤดูเดียว รากเป็นระบบรากแก้ว (tap root) ที่แข็งแรง เจริญเติบโตหยั่งลึกในดินได้ 0.5 ถึง 2 เมตร รากฝอย (fibrous root) เกิดได้ตามลำต้นที่สัมผัสกับดิน (Rubatzky and Yamaguchi, 1997) ลักษณะลำต้นตั้งตรง แต่เมื่อเจริญเติบโตสูงขึ้นจะทอดไปตามพื้นดิน ลำต้นมีขนอ่อนนุ่มปกคลุม อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตมะเขือเทศอยู่ระหว่าง 21–24 องศาเซลเซียส (Jones *et al.* 1991) และเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน และเขตอบอุ่น ทั้งในดินทรายถึงค่อนข้างเหนียว มีความล่วนซุย มีโครงสร้างปานกลาง และมีการระบายน้ำที่ดี มีค่าความเป็นกรดเป็น-ด่างของดิน 5.5– 6.0 ความชื้น

60–80 เปอร์เซ็นต์ (Preedy and Ronald, 2008) การเจริญเติบโตของมะเขือเทศมีทั้งแบบพุ่ม (deinterminate type) แบบเลื้อย (interminate type) และแบบกึ่งเลื้อย (semi-determinate type) (จานุลักษณ์, 2541)

### 3. การปลูกมะเขือเทศ

#### 3.1 การหยอดเมล็ดลงในแปลงโดยตรง

การหยอดเมล็ดลงในแปลงโดยตรง เป็นวิธีที่สะดวกไม่ต้องการความชำนาญหรือเทคโนโลยีช่วยมากนัก ปัจจุบันเกษตรกรไม่ค่อยนิยมใช้วิธีนี้เนื่องจากเมล็ดมะเขือเทศส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสม มีราคาแพง การปลูกด้วยวิธีนี้อาจทำให้เมล็ดสูญหายได้ง่าย วิธีนี้เหมาะสมสำหรับพืชที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ เช่น บวบ ถั่วฝักยาว เป็นต้น (ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน, 2548)

#### 3.2 การเพาะกล้าในถาดหลุมพลาสติก

การเพาะกล้าในถาดหลุมพลาสติกเป็นวิธีที่สะดวกและพัฒนาจากการเพาะกล้าในกระบะเพาะ ปัจจุบันเป็นวิธีนิยมที่สุด เนื่องจากสามารถเพาะกล้าและย้ายปลูกได้เร็วขึ้น ขนย้ายได้สะดวกต้นกล้ามีระบบรากที่ดี ไม่เปลืองพื้นที่ ทำโดยการหยอดเมล็ดมะเขือเทศลงในถาดเพาะกล้า เมื่อดันกล้ามีอายุประมาณ 20–25 วันหลังเพาะเมล็ด จึงเตรียมย้ายปลูกลงแปลง โดยใช้มือบีบด้านล่างสุดของถาดหลุม ต้นกล้าจะหลุดออกมาจากถาดพร้อมดินปลูก ทำให้รากต้นกล้ามะเขือเทศไม่ได้รับความกระทบกระเทือนมากนัก ขนาดของถาดเพาะที่เหมาะสมสำหรับเพาะเมล็ดมะเขือเทศ เช่น 50 60 72 104 และ 105 หลุม (นิรนาม, 2545)

#### 3.3 วิธีการปลูก

ย้ายกล้าเมื่อดันกล้าโตได้ขนาด คือ สูงประมาณ 6–8 เซนติเมตร ขึ้นไปหรือมีอายุประมาณ 25–30 วันหลังจากเพาะเมล็ด หรือมีใบจริง 7–8 ใบขึ้นไป ถ้าย้ายปลูกในถาดพลาสติกให้นำไปวางไว้ตามหลุมที่เตรียมไว้ ส่วนต้นกล้าที่อยู่แปลงเพาะให้ขุดขึ้นจากแปลงให้ดินติดมากับต้นกล้า (ศูนย์ส่งเสริม และฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, 2529) การย้ายปลูกนิยมปลูกเป็นแถวคู่ แปลง

ปลูกต้องให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50-150 กิโลกรัมต่อไร่รองพื้น ระยะปลูกใช้ 40-50 x 75 เซนติเมตร หยอดสารเคมีคาร์โบฟูรานเพื่อป้องกันมดและแมลงที่กัดกินต้นกล้าให้น้ำสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในระยะแรก ๆ หลังย้ายกล้าให้ปุ๋ย 15-15-15 และ 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่โดยแบ่งใส่ทุก ๆ 15 วัน (มณีฉัตร, 2539)

#### 4. สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า

##### 4.1 แสง

เป็นปัจจัยที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะความเข้มแสง (light intensity) ซึ่งมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิหรือกระบวนการสร้างอาหารในพืช พืชที่ได้รับความเข้มแสงมากจะทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงได้มากขึ้นทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate; RGR) มากขึ้น แต่ถ้าความเข้มแสงมากกว่าจุดอิ่มตัวของความเข้มแสง (light saturation point) อาจทำให้ใบไหม้เกรียมได้ (สมบุญ, 2548) สำหรับการผลิตต้นกล้ามะเขือเทศมีความต้องการแสงต่ำเพียงวันละ 4.8-6.0 โมลต่อตารางเซนติเมตร และความเข้มแสงประมาณ 83 ไมโครโมลต่อตารางเซนติเมตร (Bakker *et al.*, 1995) ต้นกล้าที่ได้รับแสงต่ำใบจะใหญ่และนุ่ม การเจริญเติบโตในส่วนรากน้อยกว่าส่วนลำต้น และความต้องการดูดยูเรียแอมโมเนียมต่ำ และปุ๋ยไนเตรตสูง ขณะที่ได้รับแสงมากเกินไปพืชจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากทำให้พืชดูดยูเรียแอมโมเนียมสูงมีผลทำให้ลำต้นยืดยาวและใบเหี่ยวแห้ง (Styer and Koranski, 1997)

##### 4.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีบทบาทต่อทุกกระบวนการของพืชทั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ และการพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ ของพืช อุณหภูมิที่เหมาะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามมวล และลดลงตามอายุของพืช (Erwin and Heins, 1993) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ คือ 20-25 องศาเซลเซียส (Thompson, 1974; Mobayen, 1980) หากอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะทำให้เมล็ดงอกช้าและได้ต้นกล้าผิดปกติ (สมภพ, 2530) อุณหภูมิสำหรับระยะการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกันไป เช่น ลำต้นและใบเลี้ยง คือ 17-25 องศาเซลเซียส ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาใบจริง คือ 15-22 องศาเซลเซียส และระยะก่อนย้ายกล้า หรือระยะย้ายกล้า คือ 14-25 องศาเซลเซียส

(Karlsson and Larson, 1994) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ คือ 16–24 องศาเซลเซียส (Harland and Larrinua, 2009) โดยอุณหภูมิยังเป็นปัจจัยสำคัญในบริเวณ รากพืช คือ 5–6 องศาเซลเซียส มีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลงและจะมีการสะสมแอมโมเนียใน วัสดุปลูก และเป็นพิษทำให้ความสูงต้นลดลง (Styer and Koranski, 1997)

#### 4.3 น้ำหรือความชื้น

น้ำหรือความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญมีบทบาทในกระบวนการต่าง ๆ ของพืช เช่น การแบ่ง เซลล์และการขยายตัวของเซลล์ แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เหมาะสม การงอกของเมล็ดต้องการน้ำ อย่างเพียงพอและอย่างรวดเร็ว น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อ ใช้ในกระบวนการผลิตคาร์โบไฮเดรต การดูดธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุแคลเซียมในรากของพืช เมื่อวัสดุปลูกขาดน้ำจะมีปริมาณออกซิเจนลดลง (0–2 เปอร์เซ็นต์) เซลล์พืชจะแห้งและมีผลทำให้ ขนาดเซลล์เล็กลง ถ้าวัสดุปลูกมีความชื้นมากจะเกิดตะไคร่น้ำ และปริมาณธาตุอาหารจะถูกชะล้าง สูญเสียไปทำให้การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ (Styer and Koranski, 1997) ถ้าความชื้นมีน้อยพืช จะลดการสังเคราะห์ด้วยแสง และการเจริญเติบโต การขยายตัวของต้นกล้าและการพัฒนาของเซลล์ ลดลง ทำให้ขนาดของใบน้อย ลำต้นเล็ก แข็ง แคร่แกร็น ยิ่งไปกว่านั้นจะเกิดอาการขอบใบไหม้ การให้น้ำบ่อยครั้งจะลดการระบายอากาศของวัสดุปลูกมีผลเสียหายต่อราก ระบบรากไม่สามารถ ดูดน้ำและธาตุอาหารทำให้ได้เป็นสาเหตุของโรครากเน่า โรคเน่าคอดิน และโรคใบจุด (Nelton, 1991)

#### 4.4 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในแต่ละช่วงเวลาของวันจะมีความแตกต่างกันทำให้อัตราการคายน้ำของพืชและการระเหยน้ำของใบในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน ในกรณีที่มีความชื้น สัมพัทธ์ต่ำทำให้ปริมาณน้ำในใบ (leaf water content; LWC) ลดลง เนื่องจากพืชมีการคายน้ำสูง และส่งผลให้การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (Peng, 2000) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน คือ ถ้า ดินมีความชื้นสูงพืชสามารถดูดน้ำไปใช้ในการแทนที่ได้ทันทีก็ให้เกิดการคายน้ำได้มาก และปากใบ จะเปิด แต่ถ้าดินมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำพืชไม่สามารถดูดเข้าไปแทนที่ได้ทันที พืชก็จะหริหรือปิด ปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ดังนั้นควรให้น้ำอย่างเพียงพอในระยะการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านและ

ใบ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงมีผลทำให้ปล้องของต้นกล้าขยายยืดยาวออก ลำต้นและใบบาง เรียวเล็ก การเจริญของรากน้อย (Styer and Koranski, 1997)

#### 4.5 ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารในดินเข้าสู่พืชทางส่วนราก และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้ในกระบวนการทางสรีรวิทยา (ขงยุทธ, 2552) บทบาทของธาตุอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกัน เช่น

ไนโตรเจน (Nitrogen; N) พืชใช้เพื่อสร้างกรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์ และคลอโรฟิลล์ ไนโตรเจนอยู่ในรูปของ  $\text{NO}_3\text{-N}$  (ไนเตรตไนโตรเจน) แอมโมเนีย หรือแอมโมเนียมไนโตรเจน ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) เมื่อต้นกล้าได้รับไนโตรเจนมากทำให้ลำต้นยืด เมื่อพืชขาดไนโตรเจนสีใบจะเปลี่ยนจากเขียวเป็นสีเหลืองและอาการเป็นพิษของไนโตรเจนจะทำให้ใบแก่ร่วงโรย สีของใบจะเป็นสีเขียวเข้มและเกิด chlorosis ในใบแก่ และปริมาณไนโตรเจนในใบมะเขือเทศที่เจริญเติบโตเต็มมีค่าประมาณ 3.0–5.0 เปอร์เซ็นต์ (Hochmuth *et al.*, 1991)

ฟอสฟอรัส (Phosphorus; P) เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาของระบบราก การเจริญเติบโตในส่วนเหนือดิน และคุณภาพของดอก เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายโดยรากและสะสมไว้ในต้นพืชหน้าที่หลัก คือ เป็นสารประกอบพลังงานเช่น ATP ที่พืชต้องใช้เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง (Marschner, 1995) ถ้าได้รับฟอสฟอรัสมากเกินไปอาจลดความสามารถในการดูดใช้จุลธาตุ แต่ถ้าขาดฟอสฟอรัสใบจะเป็นสีเขียวเข้ม (Nelson, 1991) ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในใบมะเขือเทศที่เจริญเติบโตเต็มมีค่าประมาณ 0.3–0.6 เปอร์เซ็นต์ (Hochmuth *et al.*, 1991)

โพแทสเซียม (Potassium; K) มีความเกี่ยวข้องกับกลไกการควบคุมการเปิดและปิดของปากใบ ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์กำหนดความเต่งของเซลล์กุ่ม (ขงยุทธ, 2552) ปริมาณโพแทสเซียมในใบมะเขือเทศที่เจริญเติบโตเต็มมีค่าประมาณ 3.0–5.0 เปอร์เซ็นต์ (Hochmuth *et al.*, 1991)

#### 4.6 ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

ความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไป คือ 5.5–7 ถ้า pH ของดินสูงหรือต่ำกว่านี้จะเป็นสาเหตุอาการขาดธาตุอาหารบางชนิดหรือมีธาตุอาหารบางชนิดละลายออกมามากเกินไปจนเกิดเป็นพิษกับพืช (กรุง และคณะ, 2540) และความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกในถาดเพาะกล้าถูกควบคุมด้วยคุณภาพของน้ำที่ใช้ และชนิดของวัสดุปลูก โดยค่าที่เหมาะสมประมาณ 5.5–6.5 หากวัสดุปลูกมีค่า pH สูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลทำให้ธาตุอลูมิเนียม (Al) และแมงกานีส (Mn) ละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช (Self, 1976) มีผลทำให้ปลายใบ และขอบใบมีอาการผิดปกติ และการขาดธาตุอาหาร (Nelson, 1994)

นอกจากปัจจัยเหล่านี้แล้วการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นกล้ายังขึ้นอยู่กับขนาดของถาดหลุม ความลึกของหลุมที่บรรจุวัสดุปลูก หลุมลึกเกินไปทำให้รากแผ่ขยายได้ดี รากยาวแต่ไม่แข็งแรง หลุมตื้นเกินไปการระบายน้ำไม่ได้ดี หลุมเล็กมีวัสดุปลูกน้อยเกินไปการระเหยเกิดขึ้นได้เร็ว อีกทั้งวัสดุปลูกแต่ละชนิดมีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกันไป ถ้าวัสดุปลูกขาดธาตุอาหารและเป็นพิษทำให้เกิดโรครากเน่า รากไม่แข็งแรง (Styer and Koranski, 1997)

### 5. วัสดุปลูก

วัสดุปลูกหมายถึงวัตถุ (material) ต่างๆ ที่นำไปปลูกพืช และทำให้ดินพืชเจริญเติบโตได้ เป็นปกติ วัตถุดังกล่าวอาจเป็นชนิดเดียวกัน หรือหลายชนิดผสมกัน ชนิดของวัสดุปลูกอาจเป็นอินทรีย์วัตถุ หรืออนินทรีย์วัตถุก็ได้ โดยวัสดุปลูกมีบทบาทที่สำคัญได้แก่ การลำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้ ทำหน้าที่เก็บสำรองธาตุอาหารพืช กักเก็บน้ำเพื่อประโยชน์ต่อพืช และแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูกนั้น (วิทยา, 2531)

### 5.1 ชนิดของวัสดุปลูกอินทรีย์

พีท (peat) เกิดจากการผุเปื่อยของพืชที่เกิดขึ้นเองหรือตัดมาจากแหล่งอื่นและตายทับถมในหนองน้ำ บึง ทะเลสาบน้ำจืด หรือแอ่งน้ำในสภาพน้ำขัง คุณสมบัติของพีทจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ให้กำเนิด อัตราการผุเปื่อย ปริมาณดินที่ปะปน ความเป็นกรด และภูมิอากาศท้องถิ่น พีทมีหลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน คือ *Sphagnum moss peat* หรือ *peat moss* โดยเส้นใยได้มาจากต้นและใบของ *Sphagnum* spp. เช่น *Sphagnum papillosum*, *S. capillaceum* และ *S. papillaceum* มีสีน้ำตาล น้ำหนักเบา อุ่มน้ำได้ดี แต่มีความเป็นกรดสูง (pH 3.8–4.2) มีอินทรีย์วัตถุมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง และในปัจจุบันประเทศไทยมี *peat moss* ที่จำหน่ายเป็นการค้าทั้งในรูปแบบของ *peat moss* ล้วน และรูปแบบที่ผสมเป็นเครื่องปลูกแล้วแต่มีราคาสูง เนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ (มุกดา, 2547) ชมพู่และคณะ (2551) รายงานว่าวัสดุปลูกผสมระหว่างพีทมอสกับแกลบเผา (1:1) ทำให้เมล็ดมะเขือเทศมีความงอกสูงที่สุด คือ 98.92 เปอร์เซ็นต์ และส่วนผสมระหว่างพีทมอสกับกากตะกอนน้ำตาล (1:1) มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศสูงที่สุด นอกจากนี้ Herrera *et al.* (2008) ยังพบว่าส่วนผสมระหว่างพีทมอสขาว 65 เปอร์เซ็นต์ พีทมอสดำ 30 เปอร์เซ็นต์ และเพอร์ไลท์ (perlite) 5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมะเขือเทศ ‘Atletico’ มีความงอกสูงที่สุด คือ 98 เปอร์เซ็นต์

ขุยมะพร้าว (coconut coir หรือ coir dust) เป็นวัสดุที่เหลือจากอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยมะพร้าว ขุยมะพร้าวถูกใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพของวัสดุปลูก เพื่อเพิ่มความสามารถในการระบายอากาศ ขุยมะพร้าวมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.5–2.0 มิลลิเมตร ความหนาแน่นรวม 0.06 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นอนุภาค 1.10–1.15 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนทั้งหมด 95.53 เปอร์เซ็นต์ ช่องว่างอากาศ 4.87 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่เป็นประโยชน์ 35.28 เปอร์เซ็นต์ (วิทยา, 2531) คุณสมบัติทางกายภาพของขุยมะพร้าว คือ ดูดซับน้ำได้ดีมาก และอาจดูดซับมากเกินไปทำให้การระบายอากาศได้ไม่ดี คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูงเมื่อผ่านกระบวนการสลายตัว มีความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ มีความพรุนสูงสลายตัวได้ตามธรรมชาติ อายุการใช้งาน 2–3 ครั้ง ข้อดี คือ น้ำหนักเบา ง่ายต่อการนำไปใช้ความสามารถในการอุมน้ำสูง และราคาถูก แต่ข้อเสีย คือ เมื่อใช้เป็นเวลานานจะเกิดการอัดแน่นการระเหยอากาศลดลงและหากมีการระบาดของโรคกำจัดได้ยาก (อิทธิสุนทร, 2538) สงคราม (2535) รายงานการใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดามีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้น

ที่อายุ 10 ถึง 30 วันหลังเพาะเมล็ดสูงที่สุด คือ 3.46 -21.25 เซนติเมตร และขุยมะพร้าวผสมทราย (3:1) มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศสูงที่สุด คือ 0.19 มิลลิกรัม เพราะว่าเมื่อผสมขุยมะพร้าวและทรายเข้าด้วยกันเป็นการเสริมข้อดีของวัสดุปลูกแต่ละชนิดให้เหมาะแก่การปลูกพืชมากยิ่งขึ้น โดยขุยมะพร้าวจะช่วยลด bulk density ของทราย และช่วยทำให้ทรายดูดซับน้ำ และธาตุอาหารได้ดีขึ้น ขณะเดียวกันทรายจะช่วยให้ขุยมะพร้าวเปียกได้ง่ายขึ้น (วิทยา, 2531) นอกจากนี้ มยุรฉัตรและคณะ (2551) ได้ศึกษาส่วนผสมระหว่างขุยมะพร้าวกับแกลบดิบ แกลบดำ และกากตะกอนน้ำตาลอ้อย (1:0.5:1:1) ทำให้ความงอกของมะเขือเทศสูงที่สุด คือ 96.17 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งการเจริญเติบโตทางด้านความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงที่สุดด้วย

แกลบสด (rice husk) เป็นเปลือกที่หุ้มเมล็ดข้าว ประกอบด้วยลิกนินติดกันแน่นเป็นส่วนใหญ่ แกลบได้มาจากการกะเทาะข้าวเปลือก เป็นวัตถุแข็งและมีขนแข็งๆ มีน้ำหนักเบา มีความพรุนสูง แต่ความสามารถในการดูดน้ำไม่ดี และมีปริมาณธาตุอาหารอยู่น้อย เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกอาจทำอันตรายต่อต้นพืชที่ยังอ่อนอยู่ได้ (ลีนา, 2523) แกลบดิบ 10–15 ดัน จะมีปริมาณไนโตรเจน 37–56 กิโลกรัม โพแทสเซียม 80–34 กิโลกรัม และซิลิกอน 1,150–1,725 กิโลกรัม มีอินทรีย์วัตถุ 34.5 เปอร์เซ็นต์ (Su, 1982) ค่า C/N ratio ของแกลบอยู่ระหว่าง 500:1 ถึง 2500:1 จึงควรระมัดระวังในการใช้ปลูกพืช เนื่องจากอาจเกิดอาการขาดธาตุไนโตรเจนในพืชได้ง่าย (สมเพียร, 2526)

นอกจากนี้ยังสามารถใช้วัสดุปลูกอื่นๆ มาเป็นวัสดุปลูกพืชได้ เช่น ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ ปุ๋ยหมักที่ผลิตขยะเทศบาล เศษผัก และเศษผลไม้ เป็นวัสดุเพาะกล้ามะเขือเทศ (Perez and Ferre, 2010) Johann (2007) รายงานการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่สัดส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัสดุปลูกมีผลทำให้ความงอกและอัตราส่วนเหนือดินต่อรากของต้นกล้ามะเขือเทศ ‘Diplom F1’ และ ‘Matina’ สูงที่สุด

## 5.2. สมบัติของวัสดุปลูก

### 5.2.1 สมบัติทางกายภาพ

5.2.1.1 การระบายอากาศและการเก็บความชื้น (air porosity and water holding capacity) การระบายอากาศเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของวัสดุปลูก เนื่องจากรากพืชเจริญดีเมื่อมีการระบายอากาศดี มีระดับความชื้นและธาตุอาหารเพียงพอและเหมาะสม การกระจาย

ขนาดของช่องว่างมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในวัสดุปลูกที่ยึดไว้ได้ (Brown and Pokorny, 1975) วัสดุปลูกที่มีคุณสมบัติควรมีช่องว่างอากาศ 10–20 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 35–50 เปอร์เซ็นต์ (Criley and Watanabe, 1974) หากช่องว่างอากาศมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะลดลงอย่างรวดเร็วจนพืชขาดน้ำได้ง่าย (Self, 1976)

5.2.1.2 ความคงทนของวัสดุปลูก (stability) ควรเป็นวัสดุที่มีการยุบตัวน้อยซึ่งวัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์วัสดุมักมีปัญหาการยุบตัวของวัสดุ เนื่องจากเกิดการย่อยสลายเร็วและอาจเป็นอันตรายต่อพืชปลูกได้ ดังนั้นควรเลือกวัสดุปลูกอินทรีย์ที่ย่อยสลายช้า เช่น ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบเผา เป็นต้น และวัสดุปลูกควรคงสภาพเดิมโดยไม่มีการยุบตัวอย่างน้อย 4 เดือน (วิทยา, 2531)

5.2.1.3 ความหนาแน่นรวม (bulk density) ของวัสดุปลูกมีผลโดยตรงต่อการยึดของรากพืชและพืชปลูกสามารถพยุงต้นได้ ความหนาแน่นรวมของดินอยู่ช่วง 1.0–1.6 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร พืชที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกที่มีความหนาแน่นต่ำมีผลทำให้พืชล้มง่าย แต่ข้อดีคือน้ำหนักเบา สะดวกในการขนส่ง (วิทยา, 2531)

## 5.2.2 สมบัติทางเคมี

5.2.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่า pH ของวัสดุปลูกไม่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชและควบคุมกิจกรรมจุลินทรีย์ของวัสดุปลูก ระดับ pH ที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี คือ ในช่วงที่เป็นกรดเล็กน้อย 5.5–6.5 (White, 1974) Self (1976) รายงานว่า พืชสามารถทนสภาพความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกที่สูงหรือต่ำกว่าจุดที่เหมาะสมได้ หากระดับแคลเซียมและธาตุอาหารอื่น ๆ มีอยู่อย่างเพียงพอ แต่หากระดับค่า pH ของวัสดุปลูกสูงหรือต่ำเกินไปอลูมิเนียมและแมงกานีสจะสลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช

5.2.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) มีหน่วยเป็นมิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (mS/cm) ที่ 25 องศาเซลเซียส ค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1.5–3.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (Benoit, 1992) หากการนำไฟฟ้าสูงกว่านี้อาจเป็นอันตรายต่อพืช แก้ไขได้ด้วยการเจือจางกรดหรือใช้น้ำชะล้างวัสดุปลูกเพื่อให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำลง

ค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ (Rhoades, 1982) เกลือที่ละลายน้ำได้เมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวให้อิออนบวกและอิออนลบ ซึ่งสามารถนำไฟฟ้าได้ ค่าการนำไฟฟ้าจะผันแปรตามชนิดของอิออนบวกและอิออนลบ หรือปริมาณเกลือในกรดและอุณหภูมิของกรด โดยทั่วไปค่าการนำไฟฟ้าจะวัดได้จากน้ำที่สกัดได้จากวัสดุปลูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

## 6. น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ (biological extract หรือ bioextract) หมายถึง กรดที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเหลือใช้จากส่วนของพืชหรือสัตว์ต่างๆ โดยผ่านกระบวนการหมักที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจนซึ่งทำการหมักในภาชนะที่มีฝาปิดโดยผสมกับน้ำและน้ำตาลหรืออาจเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ปล่อยทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะได้ของเหลวข้นสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอมของสิ่งหมัก ของเหลวนี้น้ำตาลสกัดจากเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ แอลกอฮอล์ และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ซึ่งสารเหล่านี้ไม่ใช่ธาตุอาหารพืชแต่เป็นสารที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (สุคใจ, 2551)

### 6.1 ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ

การจำแนกน้ำหมักชีวภาพตามวัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช ได้แก่ ผลไม้ วัชพืช ตลอดจนพืชสมุนไพร และน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ ปลา หอยเชอรี่ เปลือกกุ้ง กระจงคองปู แมลง เศษชิ้นส่วนของสัตว์ เป็นต้น (ราชนนทร์และศิริธรรม, 2550) น้ำหมักชีวภาพจัดอยู่ในประเภทปุ๋ยอินทรีย์เช่นกัน แต่จัดอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำ ซึ่งได้จากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์สดที่ได้จากพืชหรือสัตว์ โดยจุลินทรีย์ที่มีน้ำตาลหรือกากน้ำตาลเป็นตัวเร่งกิจกรรม น้ำหมักชีวภาพนอกจากจะมีธาตุอาหารพืชอยู่ครบถ้วนแล้วยังประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตหรือฮอร์โมนพืช สารที่มีคุณสมบัติไล่แมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืชด้วย (ออมทรัพย์ และคณะ, 2547)

## 6.2 คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพโดยทั่วไปมี pH อยู่ในช่วง 3.5–5.6 ค่าของการนำไฟฟ้า (EC) อยู่ระหว่าง 2–12 mS/cm ความสมบูรณ์ของการหมักพิจารณาจากค่า C/N ratio ควรมีความระหว่าง 1/2–70/1 ซึ่งหาก C/N ratio สูงเมื่อนำไปพ่นบนต้นพืชอาจแสดงอาการใบเหลือง เพราะขาดธาตุไนโตรเจน ข้อเสนอแนะปริมาณการใช้น้ำหมักชีวภาพในแปลงปลูกพืชผัก ไม้ผล หรือไม้ยืนต้น ควรใช้ในอัตรา 1 ซอนต่อไร่ต่อน้ำ 5–10 ลิตร (1:500–1,000) ควรพ่นให้บ่อยครั้ง (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2548)

สุนันทา (2546) กล่าวว่าน้ำหมักชีวภาพมีคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกันไปตามวัสดุที่นำมาทำการหมักดังนี้

### 6.2.1 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้ผักเป็นวัสดุหลัก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยใช้ผัก เช่น ผักต่างๆ ใบพืช ยอดพืช สาหร่าย เป็นวัสดุหลักในการหมัก มีคุณสมบัติทั่วไป คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.1–5.6 ส่วนค่าการนำไฟฟ้านั้นจะแตกต่างกันซึ่งจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก ถ้าใช้กากน้ำตาล ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 5–6 mS/cm

### 6.2.2 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้ผลไม้เป็นวัสดุหลัก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยใช้ผลไม้ เช่น กกล้วย มะละกอ ฟักทอง สับปะรด เป็นวัสดุหลักในการหมัก มีคุณสมบัติทั่วไป คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 3.5–5.3 ส่วนค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 1.5–9.02 mS/cm

### 6.3.3 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้ผักและผลไม้เป็นวัสดุหลัก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยใช้ผักและผลไม้ เช่น กกล้วย มะละกอ ฟักทอง สับปะรด คื่นช่าย ผักบุ้ง เป็นวัสดุหลักในการหมัก

มีคุณสมบัติทั่วไป คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ประมาณ 3.7 ส่วนที่ค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 2.98 mS/cm ขนิษฐา (2553) รายงานการใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างดินกับขุยมะพร้าวกับแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพสูตรผลไม้ อัตราส่วน 1:50 ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของผลมะเขือม่วงกว้างที่สุด และการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรผัก อัตราส่วน 1:50 มีผลทำให้น้ำหนักผลมะเขือม่วงสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพ ในขณะที่ สุรชัย (2546) รายงานการใช้น้ำหมักชีวภาพจากพืชและปลาพร้อมกับสารละลายที่มีธาตุอาหารครบสามารถทำให้ผักวางดั่ง ผักกาดหอม และพริกยักษ์ เจริญเติบโตและตั้งคุณภาพอาหารได้มากกว่าการใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบเพียงอย่างเดียว และอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพที่เจือจาง 1:1000 ทำให้การเจริญเติบโตของผักวางดั่ง และผักกาดหอมสูงที่สุด และที่เจือจาง 1:500 ทำให้พริกยักษ์มีความสูงต้นมากกว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากพืชและปลาเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ยังมีการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพมูลไส้เดือนที่ได้จากการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ซึ่งเป็นน้ำที่ได้จากการเน่าสลายของเศษขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นธาตุอาหารของไส้เดือนดินซึ่งเป็นน้ำในเซลล์ของพืชผัก ผลไม้ และเศษอาหารต่าง ๆ และน้ำที่ปนออกมากับมูลของไส้เดือนดิน โดยน้ำหมักที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำ ไม่มีกลิ่นเหม็น มีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช และจุลินทรีย์หลายชนิด (อานัฐ, 2550) ปุ๋ยน้ำชีวภาพมูลไส้เดือนมีคุณสมบัติในการเสริมสร้างความแข็งแรงให้ต้น ใบ ดอก และสีของดอก ช่วยบำรุงลำต้นและราก (เมืองไม้ผล, 2553)

## 7. โรคที่สำคัญในระยะกล้าของมะเขือเทศ

โรคน้ำคอดิน (damping off) เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุหลายชนิด เช่น *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* เป็นต้น เชื้อจะเข้าทำลาย 2 ระยะ คือ ระยะที่เมล็ดงอกในดิน ทำให้เมล็ดเน่า หรือไม่สามารถเจริญโผล่พ้นดินขึ้นมาได้ และระยะที่สองเกิดขึ้นหลังจากต้นกล้ามะเขือเทศโผล่พ้นดินแล้วถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย ต้นกล้าเกิดรอยแผลชำที่ระดับคอดิน ทำให้ต้นหักพับตายภายในเวลารวดเร็ว ต้นกล้าบางต้นอาจไม่ตายทันที แต่รากและลำต้นที่ถูกทำลายจะส่งผลให้มะเขือเทศชะงักการเจริญเติบโต (สมภพ, 2530) การควบคุมโรคทำได้โดยการควบคุมระยะปลูก นอกจากนี้หลังจากรดน้ำหรือหลังฝนตกควรปรับหน้าดินให้ซุยเพื่อให้ดินแห้งและไม่ชื้นมากเกินไป จนเป็นสาเหตุกระตุ้นให้เชื้อเจริญ หรืออาจใช้สารเคมีบางอย่างฉีดพ่น เช่น ไทแรม (thiram) หรือ แคปแทน (captan) เป็นต้น (ศุภลักษณ์, 2536)

## 8. กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid)

กรดซาลิไซลิกเป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่งมีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืช โดยกระตุ้นการสร้างตาดอก ยับยั้งการสร้างเอทิลีน ช่วยยืดอายุดอกไม้ ชะลอการแก่ และการร่วง ลดการคายน้ำในพืช ชักนำการสร้าง PR protein และต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคพืช (สมบุญ, 2548) กรดซาลิไซลิกมีผลต่อกระบวนการต่างๆในพืช เช่น การเจริญเติบโต (Radwan *et al.*, 2008) กระบวนการเปิดปิดปากใบ และกระบวนการต้านทานโรคในพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ (Haya *et al.*, 2008) ข้าวสาลี (Tasgin *et al.*, 2006) พักทอง (Radwan *et al.*, 2007) และ พืชวงศ์ถั่ว (Radwan *et al.*, 2008) เป็นต้น โดยมีผลต่อกิจกรรมต่างๆภายในเซลล์พืช เช่น การเพิ่มหรือลดกิจกรรมของเอนไซม์อะซิเตส (He *et al.*, 2005; Tasgin *et al.*, 2006) การเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (He *et al.*, 2005; Radwan *et al.*, 2007) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการต้านทานโรค โดยสามารถกระตุ้นให้พืชมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ (He *et al.*, 2005; Tasgin *et al.*, 2006) เชื้อโรคต่างๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา (Radwan *et al.*, 2008) กรดซาลิไซลิกสามารถใช้ร่วมกับเชื้อทางชีววิทยาที่สามารถเสริมสร้างการป้องกันพืช (Saikia *et al.*, 2003) ของโรคที่เกิดการติดเชื้อมาก่อน และหลังการงอก โผล่พื้นดินของโรคเน่าคอดิน (damping off) ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญที่เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ในพริกและมะเขือเทศ (Thomashow and Weller, 1996)

### 8.1 บทบาทของกรดซาลิไซลิกต่อการเจริญเติบโตของพืช

#### 8.1.1 การเจริญเติบโตของพืช

การฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0.5 mM บนต้นมะเขือเทศ พันธุ์ Talya ที่อายุ 10 วันหลังย้ายปลูก จำนวน 4 ครั้ง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งใบ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และมีจำนวนผลผลิตต่อต้นสูงที่สุด (Yildirim and Dursun, 2009)

### 8.1.2 การต้านทานต่อโรค

Mandal *et al.* (2009) ทดลองปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Arka Saurabh ในระบบ hydroponic โดยการเติมสารละลายกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 200  $\mu\text{M}$  ในสารละลายธาตุอาหารพืช และฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 200  $\mu\text{M}$  ทางใบ มีผลทำให้ต้นมะเขือเทศมีความต้านทานเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* ที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคเหี่ยว เช่นเดียวกับ Rajkumar *et al.* (2008) การให้สารไคติน (Chitin) ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0.2  $\mu\text{M}$  ร่วมกับเชื้อชีววิทยาของ *Pseudomonas* spp. ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การชักนำและความรุนแรงของโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Rhizoctonia solani* ของพริกได้ นอกจากนี้ Afroz *et al.* (2009) ยังพบว่าการใช้กรดจัสโมนิก (jasmonic acid) ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{M}$  และกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 1 mM มีผลก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในระดับแอนติเจนที่เยื่อหุ้มปลายและโปรตีน disulfide isomerase ที่ร่วมกันโดยพบแอนติเจนที่เยื่อหุ้มปลายที่มีส่วนร่วมในการต้านทานเชื้อแบคทีเรีย และกรดซาลิไซลิกชักนำให้เกิดกลไกการป้องกันเชื้อแบคทีเรียในมะเขือเทศพันธุ์ Pant Bahr นอกจากนี้ Molinari and Baser (2010) ยังพบว่า การใช้กรดซาลิไซลิกโดยการแช่รากต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์ Marmande และ Roma VF ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีผลชักนำให้เกิดความต้านทานต่อไส้เดือนฝอยในรากของมะเขือเทศ โดยสามารถลดปริมาณไข่ของไส้เดือนฝอยได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำลายระบบสืบพันธุ์ 57 เปอร์เซ็นต์ และทำลายไส้เดือนฝอยในระบบรากของมะเขือเทศได้ 70 เปอร์เซ็นต์

### 8.1.3 ทนสภาพเครียดจากความร้อน

Senaratna *et al.* (2000) ได้ทดลองนำเมล็ดถั่ว (*Phaseolus vulgaris* L.) พันธุ์ brown beauty และเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์ romano แช่ใน acetyl salicylic acid ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5  $\mu\text{M}$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำไปปลูกในกระถาง แสดงความต้านทานต่อสภาวะเครียดจากความร้อนที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส ความหนาวเย็นที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และสภาวะขาดน้ำเป็นเวลา 7 วัน ส่วนต้นกล้าถั่วและมะเขือเทศที่ถูกฉีดพ่นด้วย acetyl salicylic acid ที่ความเข้มข้น 0.5 mM ทำให้เกิดความทนทานต่อสภาวะเครียดดังกล่าวซึ่งพืชแสดงการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์

#### 8.1.4 ทนสภาพเครียดจากความเค็ม

กรดซาลิไซลิกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาล โปรตีน และโพรตีนภายใต้สภาวะเครียดจากความเค็ม (Zahra *et al.*, 2010) Stevens (2006) ศึกษาการให้สารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 0.1 mM แก่มะเขือเทศพันธุ์ Roma ที่รากแช่อยู่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 150 mM เมื่ออายุ 14 และ 28 วัน มีผลทำให้อัตราการรอดตายสูงขึ้น ช่วยเพิ่มการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ และการเปิด-ปิดปากใบ เช่นเดียวกับ Salehi *et al.* (2011) รายงานว่าต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์ Viva ที่ปลูกในกระถาง โดยฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกทางใบที่ความเข้มข้น  $1 \times 10^{-6}$  mM มีผลทำให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และจำนวนดอกต่อต้นสูงที่สุด

การปลูกมะเขือเทศโดยให้สารละลายกรดซาลิไซลิกความเข้มข้น 1.5 mM ทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และภายใต้สภาวะเครียดจากความเค็มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 50 mM ทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 15 วัน โดยการฉีดพ่นทางใบ มีผลต่อการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ภายใต้สภาวะเครียดจากความเค็ม (Zahra *et al.*, 2010) Szepesi *et al.* (2005) รายงานการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Rio Fuego ในระบบ hydroponic โดยให้สารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น  $10^{-4}$  M เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และภายใต้สภาวะเครียดจากความเค็มของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 mM มีผลทำให้ปริมาณโซเดียมในใบสูงที่สุด และภายใต้สภาวะเครียดจากความเค็มของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 mM มีผลทำให้ปริมาณโซเดียมในรากสูงที่สุด ส่วนมะเขือเทศพันธุ์ Rio Fuego ปลูกในระบบ hydroponic โดยการให้กรดซาลิไซลิกความเข้มข้น  $10^{-7}$  และ  $10^{-4}$  M และภายใต้สภาวะเครียดจากความเค็มของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 mM เป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีผลทำให้เพิ่มปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การปล่อยเอทิลีนในส่วนใบ อัตราการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน และภายใต้สภาวะเครียดจากความเค็มของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 100 mM ช่วยเพิ่มกิจกรรมของ aldehyde oxidase isoenzymes (Tari *et al.*, 2002)

### 8.1.5 ทนสภาพเครียดจากความแห้งแล้ง

Umebese *et al.* (2009) รายงานการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 3 mM ให้กับต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์ Roma ในสภาวะขาดน้ำ 7 วัน ก่อนและหลังการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและออกดอก พบว่าสามารถช่วยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ nitrate reductase ซึ่งมีผลทำให้พืชเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำจากดินทำให้เพิ่มความสูงของต้นมะเขือเทศและมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Hayat *et al.* (2008) ทดลองกับต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์ K-25 ในสภาวะขาดน้ำเป็นเวลา 10 วัน ที่อายุ 20 และ 30 วันหลังเพาะเมล็ด และให้สารละลายกรดซาลิไซลิกฉีดพ่นทางใบที่ความเข้มข้น  $10^{-5}$  M ที่อายุ 45 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นมะเขือเทศในสภาวะขาดน้ำที่อายุ 20 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ลดการสังเคราะห์ด้วยแสง กิจกรรมของ nitrate reductase (NR) carbonic anhydrase (CA) chlorophyll และ relative water content (RWC) เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะขาดน้ำที่อายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด และการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น  $10^{-5}$  M ที่อายุ 45 วันหลังเพาะเมล็ด ช่วยป้องกันความเครียดที่เกิดจากสภาวะขาดน้ำ ส่งผลให้ความเข้มข้นของ proline และ antioxidant enzymes เพิ่มขึ้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การทดลองที่ 1 ผลของชนิดวัสดุปลูกอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

เพาะเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์สีดาในถาดเพาะขนาด 104 หลุม จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม โดยใช้วัสดุปลูก ได้แก่ พีทมอส ขุยมะพร้าว แกลบสด และปุ๋ยหมัก นำมาผสมในอัตราส่วนที่ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งเป็น 8 ทริทเมนต์ ทริทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น ดังนี้

- ทริทเมนต์ที่ 1 พีทมอส (control)
- ทริทเมนต์ที่ 2 ขุยมะพร้าว
- ทริทเมนต์ที่ 3 แกลบสด
- ทริทเมนต์ที่ 4 ปุ๋ยหมัก
- ทริทเมนต์ที่ 5 ขุยมะพร้าว : แกลบสด อัตราส่วน 3 :1 โดยปริมาตร
- ทริทเมนต์ที่ 6 ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 3 :1 โดยปริมาตร
- ทริทเมนต์ที่ 7 แกลบสด : ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
- ทริทเมนต์ที่ 8 ขุยมะพร้าว : แกลบสด : ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร

จากนั้นนำถาดเพาะกล้าไปวางไว้ในโรงเรือน ให้น้ำทุกวัน วันละ 1-2 ครั้ง มีการให้สารละลายโพแทสเซียมไนเตรต ( $KNO_3$ ) อัตรา 2 กรัม ต่อน้ำ 2 ลิตร เมื่ออายุ 5 วันหลังเพาะเมล็ด เพื่อช่วยกระตุ้นความงอกเมล็ด ทำการถอนแยกต้นกล้าที่เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด รดปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง (ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน, 2548)

## การบันทึกข้อมูล

### 1.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

นำกระบอกลึบดิน (soil core sampler) ขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิดด้านหนึ่งบันทึกน้ำหนัก (A) จากนั้นใส่วัสดุปลูกให้เต็มกระบอกลึบดิน ทำการเคาะเบา ๆ 2-3 ครั้ง แล้วเติมวัสดุปลูกจนเต็มกระบอกลึบดิน และปาดวัสดุปลูกส่วนเกินให้เรียบกับขอบกระบอกลึบดิน บันทึกน้ำหนักกระบอกลึบดิน+วัสดุปลูก (B) จากนั้นนำไปแช่น้ำให้วัสดุปลูกอิ่มตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักกระบอกลึบดิน+วัสดุที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (C) จากนั้นจึงเปิดฝานำไปวางบนตะแกรงให้น้ำไหลออกจากวัสดุปลูกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักกระบอกลึบดิน+วัสดุที่หลังการระบายน้ำ (D) จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน บันทึกน้ำหนักกระบอกลึบดิน + วัสดุที่อบแห้งแล้ว (E) จากนั้นนำน้ำหนักที่หาได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้ (Styer and Koranski, 1997)

#### 1.1.1 ความหนาแน่นรวม (bulk density) ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) คำนวณได้จากสูตร

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

#### 1.1.2 ความพรุนรวม (total porosity) (%) คำนวณได้จากสูตร

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

1.1.3 ปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์ (water holding capacity) (%) คำนวณได้จากสูตร

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

#### 1.1.4 ปริมาณช่องว่างอากาศ (air porosity) (%) คำนวณได้จากสูตร

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

### 1.2 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

1.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้วัสดุปลูกต่อน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:5 ผสมในบีกเกอร์ คนวัสดุปลูกด้วยแท่งแก้วคนสาร 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (ทัสนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

1.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) ใช้วัสดุปลูกต่อน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:5 ผสมในบีกเกอร์ คนวัสดุปลูกด้วยแท่งแก้วคนสาร 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปหาวัดค่า EC ด้วยเครื่อง EC meter (ทัสนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

### 1.3 การเจริญเติบโตของต้นกล้า

1.3.1 ความสูงของต้น (เซนติเมตร) โดยวัดความสูงจากระดับพื้นผิวของวัสดุปลูกจนถึงจุดเจริญของต้น เมื่อต้นกล้ามีอายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

1.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร) โดยใช้เครื่องเวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier calipper) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นบริเวณเหนือผิวดินขึ้นมาประมาณ 1 เซนติเมตร หรือบริเวณรอยต่อของใบเลี้ยงเมื่อต้นกล้ามีอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

1.3.3 จำนวนใบ (ใบ) นับจำนวนใบที่มีขนาดความกว้างและยาวมากกว่า 1 เซนติเมตร เมื่ออายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

1.3.4 น้ำหนักสดของต้นและราก (กรัม) โดยชั่งน้ำหนักสดแยกส่วนลำต้น ใบ และราก เมื่อต้นกล้ามีอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

1.3.5 น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดิน (มิลลิกรัม) โดยนำชิ้นส่วนของพืชได้แก่ ลำต้น ใบ และราก เมื่อต้นกล้ามีอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งแยกส่วนเหนือดินและใต้ดิน

1.3.6 อัตราส่วนเหนือดินต่อราก (Shoot /root ratio) ชั่งน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบและราก โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{อัตราส่วนเหนือดินต่อราก} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน}}{\text{น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดิน}}$$

**การทดลองที่ 2 ผลของชนิดวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ**

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 5 Factorial in completely randomized design (CRD) มี 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือ วัสดุปลูกอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ 1) พีทมอส (control) 2) ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1) และ 3) แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1) ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของปุ๋ย มี 5 ชนิด ได้แก่ 1) ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 (control) 2) น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน 3) น้ำหมักชีวภาพจากผัก 4) น้ำหมักชีวภาพผลไม้ และ 5) น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้

เพาะเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์สีดาในสภาพโรงเรือน โดยใช้วัสดุปลูกตามวิธีที่เมนต์ข้างต้นใน ถาดหลุมพลาสติกขนาด 104 หลุม หลุมละ 1 เมล็ด ทำการให้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด โดยให้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร และทำการบันทึกข้อมูลดังนี้

## การบันทึกข้อมูล

### 2.1 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

#### 2.1.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีในข้อ (1.2.1)

#### 2.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ตามวิธีในข้อ (1.2.2)

2.1.3 ปริมาณไนเตรท (Nitrate;  $\text{NO}_3^-$ ) สุ่มตัวอย่างวัสดุปลูกแล้วนำมาบดให้ละเอียดโดยใช้วัสดุปลูก 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 จากนั้นวัดปริมาณไนเตรทด้วยเครื่อง reflectometer RQ-flex ยี่ห้อ Merck (Merck, 2009) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตร ค่าที่ได้เป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณไนเตรท (Nitrate; } \text{NO}_3^- \text{)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง} \times 100}{50}$$

2.1.4 ปริมาณฟอสเฟต ( $\text{PO}_4^-$ ) โดยการสุ่มตัวอย่างวัสดุปลูกแล้วนำมาบดให้ละเอียดใช้วัสดุปลูก 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 จากนั้นวัดปริมาณฟอสเฟตด้วยเครื่อง reflectometer RQ-flex ยี่ห้อ Merck (Merck, 2009) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตร ค่าที่ได้เป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณฟอสเฟต (} \text{PO}_4^- \text{)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง} \times 100}{50}$$

2.1.5 ปริมาณโพแทสเซียม ( $\text{K}^+$ ) ทำการสุ่มตัวอย่างวัสดุปลูกแล้วนำมาบดให้ละเอียดใช้วัสดุปลูก 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 จากนั้นวัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง reflectometer RQ-flex ยี่ห้อ Merck (Merck, 2009) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตร ค่าที่ได้เป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณโพแทสเซียม (K}^+) = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง} \times 100}{50}$$

## 2.2 สมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ

2.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) นำน้ำหมักชีวภาพผสมกับน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:5 ในบีกเกอร์หรือปริมาตร 50 มิลลิลิตรต่อน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วคนสารนาน 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

2.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) นำน้ำหมักชีวภาพผสมกับน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:5 ในบีกเกอร์หรือปริมาตร 50 มิลลิลิตรต่อน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วคนสารนาน 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่า EC ด้วยเครื่อง EC meter (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

2.2.3 ปริมาณไนเตรท (Nitrate; NO<sub>3</sub>) ใช้ น้ำหมักชีวภาพและน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:2 ส่วน โดยปริมาตร คือ น้ำหมักชีวภาพ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นวัดปริมาณไนเตรทด้วยเครื่อง reflectometer RQ-flex ยี่ห้อ Merck (Merck, 2009) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตรค่าที่ได้เป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณไนเตรท (NO}_3\text{)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง} \times 100}{50}$$

2.2.4 ปริมาณฟอสเฟต (PO<sub>4</sub>) นำน้ำหมักชีวภาพ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 จากนั้นวัดปริมาณฟอสเฟตด้วยเครื่อง reflectometer RQ-flex ยี่ห้อ Merck (Merck, 2009) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตรค่าที่ได้เป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณฟอสเฟต (PO}_4\text{)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง} \times 100}{50}$$

2.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม (K<sup>+</sup>) นำน้ำหมักชีวภาพ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 และนำไปเจือจางที่อัตรา 50:100 วัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง reflectometer RQ-flex ยี่ห้อ Merck (Merck, 2009) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตร ค่าที่ได้เป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณโพแทสเซียม (K}^+\text{)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง} \times 100}{50}$$

## 2.3 ปริมาณธาตุอาหารในใบของต้นกล้ามะเขือเทศ

นำใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ในตำแหน่งที่ 5 โดยนับจากใบที่คลี่เต็มที่ แล้วจากปลายยอดของต้นกล้า (Hochmuth *et al.*, 1991) นำมาอบด้วยความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดแล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ทัศนีย์ และ จงรักภักย์, 2542)

## 2.4 การเจริญเติบโตของต้นกล้า

สุ่มตัวอย่างต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด จำนวน 10 ต้นต่อทริทเมนต์ แล้วบันทึกข้อมูล ดังนี้

2.4.1 ความสูงของต้น (เซนติเมตร) ตามวิธีในข้อ 1.3.1

2.4.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร) ตามวิธีในข้อ 1.3.2

2.4.3 จำนวนใบ (ใบ) ตามวิธีในข้อ 1.3.3

2.4.4 ความเขียวของใบ (SPAD unit) สุ่มตัวอย่างใบที่มีขนาดความกว้างและความยาวมากกว่า 1 เซนติเมตร โดยไม่นับรวมใบเลี้ยง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ทำการวัดค่าความเขียวของใบ โดยใช้เครื่อง SPAD 502 ของบริษัท Minolta Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น

2.4.5 น้ำหนักสดของต้นและราก (กรัม) ตามวิธีในข้อ 1.3.4

2.4.6 น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดิน (มิลลิกรัม) ตามวิธีในข้อ 1.3.5

2.4.7 อัตราส่วนเหนือดินต่อราก (Shoot/root ratio) ตามวิธีในข้อ 1.3.6

### การทดลองที่ 3 ผลของสารละลายกรดซาลิไซลิกต่อการตั้งตัวของต้นมะเขือเทศ

เพาะเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์สีดาลงในถาดหลุมพลาสติกขนาด 104 หลุม จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม โดยใช้วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมักอัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร ทำการรดน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน อัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำการถอนแยกต้นกล้ามะเขือเทศให้เหลือหลุมละ 1 ต้นที่อายุ 1 สัปดาห์ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วัน และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ฉีดพ่นทางใบด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ทำการย้ายต้นกล้ามะเขือเทศลงแปลงปลูกเมื่อต้นอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด แปลงมีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 30 เซนติเมตร และระหว่างแถว 80 เซนติเมตร

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยจัดสิ่งทดลองแบบ Factorial (2x3) +1 จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิก มี 2 ระดับ ได้แก่ 200 และ 400 ppm ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก มี 3 ระดับ คือ 1) ฉีดพ่นเมื่อต้นกล้าอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด 2) ฉีดพ่นเมื่อต้นอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด และ 3) ฉีดพ่นเมื่อต้นอายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด เปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่น (control)

## การบันทึกข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างต้นมะเขือเทศ 14 ต้นต่อซ้ำ เมื่ออายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ดบันทึกข้อมูลดังนี้

### 3.1 การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ

3.1.1 ความสูงของต้น (เซนติเมตร) ตามวิธีในข้อ 1.3.1

3.1.2 จำนวนใบ (ใบ) ตามวิธีในข้อ 1.3.2

3.1.3 ความเขียวของใบ (SPAD unit) ตามวิธีในข้อ 2.4.4

3.1.4 น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และใต้ดิน (มิลลิกรัม) ตามวิธีในข้อ 1.3.5

3.1.5 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate; RGR) คำนวณจากสูตร (Radford, 1967)

$$RGR = (1 / w) \times (dw / dt) = \log_e w_2 - \log_e w_1 / (t_2 - t_1)$$

เมื่อ  $w_1, w_2$  = น้ำหนักแห้งรวมเมื่อเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

$t_1, t_2$  = อายุเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

### 3.2 ปริมาณธาตุอาหารไนโบของต้นมะเขือเทศ

นำใบของต้นมะเขือเทศที่อายุ 63 วันหลังเพาะเมล็ด ในตำแหน่งที่ 5 โดยนับจากใบที่คลี่เต็มที่แล้วจากปลายยอดของต้น (Hochmuth *et al.*, 1991) นำมาอบด้วยความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดแล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารดังนี้

3.2.1 ไนโตรเจน วิเคราะห์โดยวิธีของ Kjeldahl (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

3.2.2 ฟอสฟอรัส สกัดโดยน้ำยา Bray II (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

3.2.3 โพแทสเซียม สกัดโดยใช้ Ammonium acetate ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

**สถานที่ทำการทดลอง**

แปลงทดลอง 1 และห้องปฏิบัติการ ก 505 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

**ระยะเวลาทำการทดลอง**

ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554

## ผลและวิจารณ์

### การทดลองที่ 1 ผลของชนิดวัสดุปลูกอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

#### 1. สมบัติของวัสดุปลูก

##### 1.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

###### 1.1.1 ความหนาแน่นรวม (bulk density)

ความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยแกลบสลดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีความหนาแน่นรวม คือ 1.36 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) คือ 1.27 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ขุยมะพร้าวผสมแกลบสลด (3:1) คือ 1.21 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนขุยมะพร้าวผสมแกลบสลดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) พีทมอส (control) ขุยมะพร้าว และแกลบสลด มีความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 1.16 1.15 1.14 และ 1.10 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับค่าความหนาแน่นรวมที่เหมาะสม คือ 1–1.6 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (Styer and Koranski, 1997) ยกเว้นปุ๋ยหมักมีค่าความหนาแน่นรวมสูงกว่าค่าที่เหมาะสมเล็กน้อย คือ 1.67 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกมีผลโดยตรงต่อการยึดตัวของรากพืช และทำให้พืชพยุงต้นอยู่ได้ ถ้าวัสดุปลูกมีความหนาแน่นรวมต่ำ เมื่อนำไปปลูกพืชมักทำให้ต้นพืชล้มได้ง่าย แต่มีข้อดี คือ น้ำหนักเบา สะดวกในการขนส่งและถ้าความหนาแน่นรวมสูงเกินไป อนุภาคขนาดช่องว่างของวัสดุปลูกจะเล็กลง ซึ่งมีผลต่ออัตราการซึมซับน้ำ ลดปริมาณน้ำและอากาศให้แก่รากพืช ทำให้รากชอน ไชยาก รากสั้น และขนาดเล็กพืชได้รับอาหารและน้ำลดลง (วิทยา, 2531)

###### 1.1.2 ความพรุนรวม (total porosity)

ความพรุนรวมของวัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยมีความพรุนรวมอยู่ระหว่าง 55.10–71.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับค่าที่เหมาะสม คือ 40–80 เปอร์เซ็นต์ (Styer and Koranski, 1997) โดยขุยมะพร้าวผสมแกลบสลดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) มีความพรุนรวมสูงที่สุด คือ 71.16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ

พีทมอส (control) คือ 70.43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) และปุ๋ยหมักมีความพรุนรวมต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 57.87 และ 55.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความพรุนรวมของวัสดุปลูกมีผลโดยตรงต่อความแข็งแรง ความคงทน การผุเปื่อยของวัสดุปลูก ถ้าความพรุนรวมสูงเกินไปจะมีผลต่อการผุเปื่อยของวัสดุปลูกได้ช้า และถ้าความพรุนรวมต่ำการผุเปื่อยของวัสดุปลูกเร็วเกินไปทำให้ปริมาณวัสดุปลูกจะลดลง ซึ่งส่งผลต่อการอัดแน่นการระบายอากาศจะลดลง (Self, 1976)

### 1.1.3 ปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์ (water holding capacity)

ปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์ของวัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่าที่เหมาะสม คือ 30–60 เปอร์เซ็นต์ (Styer and Koranski, 1997) โดยพีทมอส (control) มีปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์สูงสุด คือ 52.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับขุยมะพร้าวผสมแกลบสดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) คือ 50.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกลบสดมีปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ 32.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์มีผลโดยตรงต่อการเก็บกักน้ำของวัสดุปลูก เนื่องจากถ้าวัสดุปลูกมีความสามารถในการบรรจุน้ำไว้ได้มาก พืชสามารถใช้น้ำได้ดีไม่แสดงอาการขาดน้ำพืชจะไม่แสดงอาการเหี่ยว ถ้าวัสดุปลูกมีปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์มากมีผลต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำได้น้อย พืชจะแสดงอาการเหี่ยว แต่ถ้าวัสดุปลูกมีปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์น้อย พืชจะเก็บความชื้นไว้มาก (Criley and Watanabe, 1974)

### 1.1.4 ปริมาณช่องว่างอากาศ (air porosity)

ปริมาณช่องว่างอากาศของวัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยแกลบสดมีปริมาณช่องว่างอากาศสูงสุด คือ 28.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) แกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) และขุยมะพร้าวผสมแกลบสดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) คือ 25.33 20.83 และ 20.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าปริมาณช่องว่างอากาศสูงกว่าค่าที่เหมาะสม คือ 10–20 เปอร์เซ็นต์ (Styer and Koranski, 1997) ส่วนขุยมะพร้าวผสมแกลบสด (3:1) พีทมอส (control) ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมักมีปริมาณช่องว่างอากาศอยู่ในค่าที่เหมาะสม คือ 18.03 17.60 17.03 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ซึ่งปริมาณช่องว่างอากาศมีผลโดยตรงต่อการระบายอากาศ และปริมาณน้ำในวัสดุปลูกที่พืชยึดไว้ได้ ถ้าช่องว่างของวัสดุปลูกมีขนาดเล็กจะทำให้น้ำขัง และถ้าช่องว่างอากาศมีขนาดใหญ่ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะลดลงทำให้พืชขาดน้ำได้ง่าย (Brow and Pokorny, 1975)

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

วัสดุปลูก	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Total porosity (%)	Water holding capacity (%v/v)	Air porosity (%)
ค่าที่เหมาะสม <sup>1/</sup>	1-1.6	40-80	30-60	10-20
พีทมอส (control)	1.15 de <sup>2/</sup>	70.43 a	52.83 a	17.60 ab
ขุยมะพร้าว	1.14 de	62.30 bc	44.93 bc	17.03 ab
แกลบสด	1.10 e	60.63 bc	32.33 e	28.30 a
ปุ๋ยหมัก	1.67 a	55.10 d	41.10 d	14.00 b
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	1.21 cd	65.37 b	47.33 b	18.03 ab
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	1.27 bc	57.87 cd	39.27 d	25.33 ab
แกลบสด: ปุ๋ยหมัก (1:1)	1.36 b	65.10 b	44.27 c	20.83 ab
ขุยมะพร้าว: แกลบสด: ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	1.16 de	71.17 a	50.73 a	20.43 ab
F-Test	*	*	*	*
CV. (%)	4.42	4.33	3.83	30.22

หมายเหตุ <sup>1/</sup> Styer and Koranski (1997)

<sup>2/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

## 1.2 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

### 1.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่า pH ของวัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยปุ๋ยหมัก และขุยมะพร้าวผสมแกลบสด (3:1) มีค่า pH ที่สุด คือ 6.91 และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติกับขุยมะพร้าว คือ 6.78 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า pH ที่เหมาะสม คือ 5.5–6.5 (Styer and Koranski, 1997) ส่วนแกลบสดและพีทมอส (control) มีค่า pH ต่ำที่สุด คือ 6.32 และ 6.08 ตามลำดับ ซึ่ง pH ของวัสดุปลูกไม่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ต่อธาตุอาหารพืช และควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ พืชส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตใน วัสดุปลูกที่มีค่า pH เล็กน้อย คือ 5.5–6.5 (White, 1974) ถ้าค่า pH ของวัสดุปลูกสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลทำให้ธาตุออกซิเจนและแมงกานีสละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืช (Self, 1976)

### 1.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC)

วัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยปุ๋ยหมักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด คือ 1.95 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร และอยู่ในระดับค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสม คือ 1.5–3 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร (Styer and Koranski, 1997) ส่วนพีทมอส (control) และแกลบสดมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดเท่ากัน คือ 0.21 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมอาจเป็นอันตรายต่อพืชโดยมีผลทำให้รากแก้วที่กำลังงอกเสียหายรากตาย ใบเหลือง อาจพบอาการใบจุด (Rhoades, 1982)

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

วัสดุปลูก	pH	EC (mS/cm)
ค่าที่เหมาะสม <sup>1/</sup>	5.5–6.5	1.5–3
พีทมอส (control)	6.08 d <sup>2/</sup>	0.21 e
ขุยมะพร้าว	6.78 ab	0.51 d
แกลบสด	6.32 cd	0.21 e
ปุ๋ยหมัก	6.91 a	1.95 a
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	6.91 a	0.50 d
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	6.53 bc	1.21 b
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	6.43 c	0.83 c
ขุยมะพร้าว: แกลบสด: ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	6.48 bc	1.08 b
F-Test	*	*
CV. (%)	2.16	8.34

หมายเหตุ <sup>1/</sup> Styer and Koranski (1997)

<sup>2/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 1.3 การเจริญเติบโตของต้นกล้า

#### 1.3.1 ความสูงของต้น

การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุปลูก 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 3) โดยการเจริญเติบโตในช่วงแรกของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอส (control) ที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด มีความสูงต้นสูงสุด คือ 5.28 และ 8.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ที่อายุ 28 วัน มีความสูงต้นสูงสุด คือ 13.55 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีความสูงต้น คือ 11.89 เซนติเมตร เนื่องจากมีส่วนผสมของปุ๋ยหมักซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชได้ดีขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช ช่วยทำให้พืชและจุลินทรีย์ในดินเจริญเติบโตและส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (ทิพวรรณ, 2547) ส่วนปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าวผสมแกลบสด(3:1) มีความสูงต้นต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 5.15 6.28 และ 6.68 เซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากมีส่วนผสมของขุยมะพร้าวมีค่า C/N ratio เท่ากับ 80:1 ซึ่งมีผลทำให้การระบายอากาศเกิดการอัดแน่นของตัววัสดุปลูกได้ง่าย และเมื่อมีโรคระบาดการจัดการเกี่ยวกับโรคมักทำได้ยาก (Meerow, 1994) อีกทั้งกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักในระหว่างการผลิตอาจมีการปล่อยก๊าซที่ออกซิไดซ์ออกมา มีผลทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนลดลง (Hellman *et al.*, 1997)

ตารางที่ 3 ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศ (เซนติเมตร) ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูก	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
พีทมอส (control)	5.28 a <sup>1/</sup>	8.51 a	10.96 bc
ขุยมะพร้าว	3.22 c	4.85 c	6.28 ef
แกลบสด	2.99 c	4.62 c	8.45 de
ปุ๋ยหมัก	3.17 c	4.09 c	5.15 f
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	3.32 c	4.77 c	6.68 def
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	3.89 b	8.16 ab	13.55 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	4.24 b	7.70 ab	11.89 ab
ขุยมะพร้าว: แกลบสด:ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	3.94 b	6.80 b	9.13 cd
F-Test	*	*	*
CV. (%)	9.84	15.78	17.90

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 1.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ในวัสดุปลูก 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมากที่สุด คือ 2.88 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) พีทมอส (control) และขุยมะพร้าวผสมแกลบสดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) คือ 2.66 2.52 และ 2.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) อยู่ในระดับใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม (Styer and Koranski, 1997) โดยมีค่า pH คือ 6.53 ค่าการนำไฟฟ้า คือ 1.21 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร ความหนาแน่นรวม คือ 1.27 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนรวม คือ 57.87 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์ 39.27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขุยมะพร้าว

ผสมแกลบสด (3:1) ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมัก มีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นน้อยที่สุดและ  
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ 1.67 1.49 และ 1.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยหมักมี  
 สมบัติทางเคมีคือมีค่า pH 6.91 ไม่อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมดังแสดงในตารางที่ 2 (Styer and  
 Koranski, 1997)

ตารางที่ 4 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร) ที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูก	เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร)
พืทมอส (control)	2.52 a <sup>1/</sup>
ขุยมะพร้าว	1.49 bc
แกลบสด	1.83 b
ปุ๋ยหมัก	1.20 c
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	1.67 bc
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	2.88 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	2.66 a
ขุยมะพร้าว : แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	2.40 a
F-Test	*
CV. (%)	15.78

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง  
 สถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 1.3.3 จำนวนใบ

จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุปลูก 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 5) เมื่อต้นกล้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด วัสดุปลูกพีทมอส (control) มีผลทำให้จำนวนใบมากที่สุด คือ 2.15 ใบ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับวัสดุปลูกแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ขุยมะพร้าวผสมแกลบสดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) มีจำนวนใบเท่ากัน คือ 2.05 ใบ ปุ๋ยหมัก และขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) คือ 1.70 และ 1.40 ใบตามลำดับ ในขณะที่ขุยมะพร้าวมีจำนวนใบ คือ 1.30 ใบ แกลบสด และขุยมะพร้าวผสมกับแกลบสด (3:1) มีจำนวนใบเท่ากัน คือ มีจำนวนใบน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 1.10 ใบ เพราะว่ามีส่วนผสมของแกลบสดซึ่งมีปริมาณธาตุไนโตรเจนอยู่น้อย อีกทั้งยังประกอบมีเมล็ดข้าวและวัชพืชปะปนอยู่ในเมล็ดแกลบก่อให้เกิดปัญหาวัชพืชเพิ่มมากขึ้น เมื่อต้นกล้าอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด โดยขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีจำนวนใบมากที่สุด คือ 8.80 ใบ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) และพีทมอส (control) คือ 7.50 และ 7.30 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากพีทมอสมีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่เหมาะสม (Barkham, 1993) และเมื่ออายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีจำนวนใบสูงที่สุด คือ 11.60 ใบ เนื่องจากขุยมะพร้าวมีบทบาทในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพโดยเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศ (วิทยา, 2531) อีกทั้งปุ๋ยหมักยังประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และอินทรีย์วัตถุที่เป็นประโยชน์ (Gomez, 1998) ส่วนแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) พีทมอส (control) ขุยมะพร้าวผสมแกลบสดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) มีจำนวนใบไม่แตกต่างกัน คือ 9.85 9.35 และ 8.10 ใบ ตามลำดับ ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวผสมแกลบสด (3:1) และแกลบสดมีจำนวนใบน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 3.20 4.40 5.05 และ 7.05 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยหมักมีปริมาณธาตุอาหารอยู่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์เช่น ไนโตรเจนอยู่ในสารประกอบจำพวกโปรตีนเมื่อใส่ลงไปดินพืชจะไม่สามารถดูดใช้ประโยชน์ได้ทันทีต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ (ทัศนีย์ และ ประทีป, 2552) อีกทั้งขุยมะพร้าวยังมีปริมาณสารลิกนินอยู่มากและเซลล์ลอสอยู่ซึ่งมีผลต่อการสกัดกั้นการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (James and Michael, 1914)

ตารางที่ 5 จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูก	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
พีทมอส (control)	2.15 a <sup>1/</sup>	7.30 ab	9.35 b
ขุยมะพร้าว	1.30 bc	3.40 c	4.40 de
แกลบสด	1.10 c	3.95 c	7.05 d
ปุ๋ยหมัก	1.70 abc	2.25 c	3.20 e
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	1.10 c	3.10 c	5.05 d
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	1.40 abc	8.80 a	11.60 a
แกลบสด: ปุ๋ยหมัก (1:1)	2.05 ab	7.50 ab	9.85 b
ขุยมะพร้าว: แกลบสด: ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	2.05 ab	6.00 b	8.10 b
F-Test	*	*	*
CV. (%)	31.36	25.82	16.08

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 1.3.4 น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน

น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ในวัสดุปลูก 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีน้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงสุด คือ 9.05 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) คือ 7.06 กรัม ส่วนขุยมะพร้าวผสมแกลบสด (3:1) ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมัก มีน้ำหนักสดส่วนเหนือดินน้อยที่สุดคือ 1.79 1.70 และ 0.98 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักสดส่วนใต้ดินพบว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีน้ำหนักสดส่วนใต้ดินสูงสุด คือ 1.58 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ขุยมะพร้าวผสมแกลบสดกับปุ๋ยหมัก (1:1:1) และพีทมอส (control) คือ 1.53 1.40 และ 1.23 กรัม ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าวผสมแกลบสด

(3:1) แกลบสด และขุยมะพร้าวมีน้ำหนักสดส่วนใต้ดินน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 0.25 0.39 0.39 และ 0.41 กรัม ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้ขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีน้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินสูงที่สุด เนื่องจากมีส่วนผสมของขุยมะพร้าวซึ่งมีบทบาทในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพโดยเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำและอากาศ (วิทยา, 2531) จึงทำให้มีการดูดน้ำมากกว่าการคายน้ำจนเกิดภาวะ concentration gradient ที่บริเวณราก (Culter and Rain, 1974) อีกทั้งขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีจำนวนใบมากซึ่งการพัฒนาของใบมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางลำต้น ราก และยังมีความสัมพันธ์อย่างสูงต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของพืช (Cho *et al.*, 2007)

ตารางที่ 6 น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูก	น้ำหนักสด (กรัม)	
	ส่วนเหนือดิน	ส่วนใต้ดิน
พีทมอส (control)	5.71 bc <sup>1/</sup>	1.23 a
ขุยมะพร้าว	1.70 d	0.41 b
แกลบสด	3.03 cd	0.39 b
ปุ๋ยหมัก	0.98 d	0.25 b
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	1.79 d	0.39 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	9.05 a	1.53 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	7.06 ab	1.58 a
ขุยมะพร้าว : แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	5.02 bc	1.40 a
F-Test	*	*
CV. (%)	41.44	34.36

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 1.3.5 น้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อดินและใต้ดิน

น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินและส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ดในวัสดุปลูก 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินสูงที่สุด คือ 1.08 มิลลิกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดิน คือ 1.01 มิลลิกรัม ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าวผสมกลบสด (1:1) ขุยมะพร้าว และกลบสดมีน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 0.18 0.19 0.19 และ 0.27 มิลลิกรัม ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดิน พบว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอส (control) มีน้ำหนักแห้งของส่วนใต้ดินสูงที่สุด คือ 0.32 มิลลิกรัม เนื่องจากพีทมอสมีคุณลักษณะทางกายภาพและความสามารถในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารสูง (Raviv *et al.*, 1986) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในปุ๋ยหมัก กลบสด ขุยมะพร้าวผสมกลบสด (3:1) และขุยมะพร้าว มีน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 0.03 0.04 0.04 และ 0.05 มิลลิกรัม ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยหมักมีค่า pH สูงเกินกว่าค่าที่เหมาะสม คือ 6.91 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Atiyeh *et al.* (2000) พบว่าใช้ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุปลูกที่มีค่าความเป็น pH ระหว่าง 6.8–8.1 ทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์ Rutgers และพันธุ์ Queen Sophia น้อยที่สุด อีกทั้งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงกว่าค่าที่เหมาะสม คือ 1.67 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Weaver and Bruner (1927) พบว่าความแน่นของวัสดุปลูกอาจมีผลให้รากมีการเจริญเติบโตได้ไม่ดี

ตารางที่ 7 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและใต้ดิน (มิลลิกรัม) ที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูก	น้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม)	
	ส่วนเหนือดิน	ส่วนใต้ดิน
พีทมอส (control)	0.74 bc <sup>1/</sup>	0.32 a
ขุยมะพร้าว	0.19 e	0.05 c
แกลบสด	0.27de	0.04 c
ปุ๋ยหมัก	0.18 e	0.03 c
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	0.19 e	0.04 c
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	1.08 a	0.16 b
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	1.01 ab	0.14 b
ขุยมะพร้าว : แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	0.58 cd	0.12 b
F-Test	*	*
CV. (%)	41.28	43.97

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

### 1.3.6 อัตราส่วนเหนือดินต่อราก

อัตราส่วนเหนือดินต่อรากของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ดในวัสดุปลูก 8 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีอัตราส่วนเหนือดินต่อรากมากที่สุด คือ 7.42 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) แกลบสด ขุยมะพร้าวผสมแกลบสด (3:1) และขุยมะพร้าวผสมแกลบสดและปุ๋ยหมัก (1:1:1) คือ 7.07 6.75 6.68 5.38 และ 4.7 ตามลำดับ ส่วนพีทมอส (control) และขุยมะพร้าวมีอัตราส่วนเหนือดินต่อรากน้อยที่สุด คือ 2.72 และ 4.37 ตามลำดับ อัตราส่วนเหนือดินต่อรากคือความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน (Brouwer, 1966) โดยพีทมอส (control) มีอัตราส่วนเหนือดินต่อรากน้อยที่สุดแสดงให้เห็นว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอส เป็นวัสดุปลูกที่ระบบรากมีการเจริญเติบโตดีที่สุดและ

มากกว่าส่วนเหนือดิน ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินสูงที่สุด (0.32 มิลลิกรัม) เนื่องจากฟิทมอสมีสมบัติในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดีทำให้ระบบรากมีการเจริญเติบโตได้ดี อีกทั้งฟิทมอสยังมีปริมาณธาตุไนโตรเจนต่ำ (Bunt, 1988) ซึ่งธาตุไนโตรเจนมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและส่งเสริมการเจริญเติบโต การพัฒนาส่วนต้น และกิ่งก้านมากกว่าส่วนราก (วิจิตร, 2552) ส่วนแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ปุ๋ยหมัก และขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีอัตราส่วนเหนือดินต่อรากสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตในส่วนลำต้น ใบมากกว่าส่วนราก เนื่องจากแกลบสดมีความหนาแน่นรวม ความพรุนรวม ปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์เหมาะสม (Styer and Koranski, 1997) ช่วยเพิ่มความความสามารถเก็บกักน้ำและการระบายอากาศส่วนขุยมะพร้าวยังช่วยลดความหนาแน่นรวมของปุ๋ยหมักและช่วยดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดีขึ้น (วิทยา, 2531) อีกทั้งปุ๋ยหมักประกอบมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ (Sullivan and Miller, 2001)

ตารางที่ 8 อัตราส่วนเหนือดินต่อรากที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูก	อัตราส่วนเหนือดินต่อราก
ฟิทมอส (control)	2.72 c <sup>1/</sup>
ขุยมะพร้าว	4.37 bc
แกลบสด	6.68 ab
ปุ๋ยหมัก	7.07 ab
ขุยมะพร้าว : แกลบสด (3:1)	5.38 abc
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	6.75 ab
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	7.42 a
ขุยมะพร้าว : แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1:1)	4.70 abc
F-Test	*
CV. (%)	31.42

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)  
\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาวัสดุปลูกอินทรีย์ทั้ง 8 ชนิด พบว่าวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) แกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) และพีทมอส (control) มีแนวโน้มทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีที่สุด อาจเนื่องจากวัสดุปลูกมีสมบัติทางกายภาพ และเคมี เช่น ความหนาแน่นรวม ความพรุนรวม และปริมาณช่องว่างของน้ำที่เป็นประโยชน์ และค่า pH ที่เหมาะสม (Styer and Koranski, 1997) วัสดุปลูกพีทมอส (control) มีคุณลักษณะทางกายภาพ และความสามารถ ในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารสูง (Raviv *et al.*, 1986) ส่วนขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติที่สามารถอุ้มน้ำได้ดี (อิทธิสุนทร, 2538) อีกทั้งมีส่วนผสมของปุ๋ยหมักซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชได้ ดีขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช ช่วยทำให้พืชและจุลินทรีย์ในดิน เจริญเติบโตและส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (ทิพวรรณ, 2547)

## การทดลองที่ 2 ผลของชนิดวัสดุปลูกอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า มะเขือเทศ

จากการศึกษาผลของชนิดวัสดุปลูกอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูก ในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) พีทมอส (control) และแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีผลทำให้ต้น กล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น จำนวนใบ น้ำหนัก สดส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ และอัตราส่วนเหนือดินต่อ รากสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้วัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิดเป็นวัสดุปลูกร่วมกับศึกษาชนิดของน้ำหมัก ชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

การศึกษาสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทสเซียมของวัสดุปลูก 3 ชนิด คือ พีทมอส ขุยมะพร้าวผสม ปุ๋ยหมัก (3:1) แกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9)

## 2.1 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

### 2.1.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูก 3 ชนิด คือ พีทมอส ขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) และแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (3:1) และพีทมอส (control) มีค่า pH ที่สุดและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คือ 7.28 และ 7.34 ซึ่งมีค่า pH สูงกว่าค่าที่เหมาะสม คือ 5.5–6.5 ส่วนขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีค่า pH คือ 6.89 ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม

### 2.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า

วัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด คือ 2.69 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสม คือ 1.5–3 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนพีทมอสมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุด คือ 0.32 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

### 2.1.3 ปริมาณไนเตรท (Nitrate; $\text{NO}_3^-$ )

วัสดุปลูก 3 ชนิด มีปริมาณธาตุไนเตรทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีปริมาณธาตุไนเตรทสูงที่สุด คือ 920 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีปริมาณธาตุไนเตรท 890 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนวัสดุปลูกพีทมอสมีปริมาณไนเตรทต่ำสุด คือ 5.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสมบัติของพีทมอสมีความแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มา และคุณภาพของพีทมอสขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสภาพภูมิประเทศ (Ocean Agriculture, 2003)

#### 2.1.4 ปริมาณฟอสเฟต ( $PO_4$ )

วัสดุปลูก 3 ชนิด มีปริมาณฟอสเฟตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีปริมาณฟอสเฟตสูงที่สุด คือ 56.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพีทมอส (51.33 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนวัสดุปลูกแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ปริมาณฟอสเฟตต่ำที่สุด คือ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่ง Frossard *et al.* (2002) รายงานว่าปุ๋ยหมักมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 30–50 เปอร์เซ็นต์

#### 2.1.5 ปริมาณโพแทสเซียม ( $K^+$ )

วัสดุปลูก 3 ชนิด มีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) ขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่วัสดุปลูกพีทมอส และแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับ Abad *et al.* (2002) รายงานว่าพีทมอสมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมน้อยประมาณ 0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนแกลบสดเป็นวัสดุในกลุ่มที่ย่อยสลายยากจึงมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยกว่ากลุ่มที่ย่อยสลายง่าย (ธันวดี, 2547)

ตารางที่ 9 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

วัสดุปลูก	pH	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>
			(mg/l)		
ค่าที่เหมาะสม <sup>1/</sup>	5.5–6.5	1.5–3			
พีทมอส	7.28 a <sup>2/</sup>	0.32 c	5.3 b	51.33 a	0.01 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	6.89 b	2.69 a	920 a	56.33 a	0.27 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	7.34 a	1.42 b	890 a	35.00 b	0.01 b
F-Test	*	*	*	*	*
CV. (%)	0.71	16.88	26.54	5.65	16.95

หมายเหตุ<sup>1/</sup> Styer and Koranski (1997)

<sup>2/</sup>ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

## 2.2 สมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ

การศึกษาสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ 4 ชนิด คือ น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ พบว่าสมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10)

### 2.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่า pH ของน้ำหมักชีวภาพ 4 ชนิด คือ น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพผัก น้ำหมักชีวภาพผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้มีค่า pH สูงที่สุด คือ 8.16 ซึ่งมีค่า pH สูงกว่าค่าที่เหมาะสม คือ 5.5–6.5 ส่วนน้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีค่า pH ต่ำที่สุด คือ 5.24 3.96 และ 3.81 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้วัสดุในการหมักที่แตกต่างกันทำให้ความเป็นกรดของน้ำหมักชีวภาพแตกต่างกันไป อาจ

เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีการสะสมปริมาณธาตุอาหารไม่เท่ากัน เมื่อทำการหมักจุลินทรีย์หลายชนิด ทำหน้าที่สังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชได้โดยใช้สารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น กรดอะมิโน กรดไขมัน กรดนิวคลีอิกที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพเป็นสารต้นกำเนิด ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่จึงมีมาก-น้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก สภาพแวดล้อมในการหมัก จึงทำให้ pH แตกต่างกัน (สุนันทา, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ รุ่งรัตน์ (2543) พบว่า น้ำหมักชีวภาพมีฤทธิ์เป็นกรด โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.38–3.68

### 2.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า

น้ำหมักชีวภาพ 4 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในน้ำหมักผลไม้ น้ำหมักชีวภาพจากผักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ คือ 3.20 และ 3.14 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งมีการนำไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่เหมาะสม คือ 1.5–3 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด คือ 2.50 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แสดงว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 ชนิดมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่ในระดับที่มากเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้า ซึ่งโดยทั่วไปค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับต้นกล้า คือ 1.5–3 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (Styer and Koranski, 1997)

### 2.2.3 ปริมาณไนเตรท (Nitrate; $\text{NO}_3^-$ )

น้ำหมักชีวภาพ 4 ชนิด มีปริมาณไนเตรทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้มีปริมาณไนเตรทสูงที่สุด คือ 8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับน้ำหมักชีวภาพจากผัก และน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ คือ 7.00 และ 6.67 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่าผักและผลไม้ที่นำมาหมักมีการสะสมธาตุอาหารในรูปไนโตรเจนมาก เนื่องจากผักและผลไม้เป็นกลุ่มประเภทรับประทานใบและผล ซึ่งในการปลูกจะต้องเสริมปุ๋ยไนโตรเจน เพราะจะช่วยให้ใบและผลสวยงาม (กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชสวน, 2539) ส่วนน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีปริมาณไนเตรทต่ำสุด คือ 6.33 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเกิดกระบวนการเลี้ยง การให้อาหาร การกินอาหารของไส้เดือนที่มีความหลากหลาย เช่น สิ่งเศษเหลือจากพืช สัตว์ และขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้มีปริมาณธาตุไนโตรเจนอยู่น้อย (Mitchell *et al.* 1980)

#### 2.2.4 ปริมาณฟอสเฟต ( $PO_4$ )

ปริมาณฟอสเฟตของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีปริมาณฟอสเฟตสูงที่สุดคือ 74.67 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเนื่องจากการให้อาหารประเภทอินทรีย์และการย่อยสลายของไส้เดือนดินทำให้มีปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักมูลไส้เดือนแตกต่างกัน เช่น มูลวัว แดงโม กากมะพร้าว (นิรันดร์, 2547) ส่วนน้ำหมักชีวภาพจากผักมีปริมาณฟอสเฟตต่ำที่สุดคือ 21.33 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าผักที่นำมาทำน้ำหมักชีวภาพเป็นกลุ่มผักประเภทรับประทานใบซึ่งมีการสะสมปริมาณไนโตรเจนมากกว่าฟอสฟอรัส (สุนันทา, 2546) สอดคล้องกับผลรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2545) พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากผักมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่น้อย

#### 2.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม ( $K^+$ )

ปริมาณโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดคือ 0.63 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับน้ำหมักชีวภาพจากผักคือ 0.59 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุดคือ 0.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่พบในของเหลวของพืชผัก เมื่อผักย่อยสลายก็จะปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาปนกับน้ำหมัก (ไพบูลย์ และคณะ, 2542) ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในวัสดุหมักมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ เรียมสงวน (2544) และ จุลบุตร (2548) รายงานว่าปริมาณโพแทสเซียมหลังการหมักจะมีปริมาณลดลง

ตารางที่ 10 สมบัติทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ

ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ	pH	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>
			(mg/l)		
ค่าที่เหมาะสม <sup>1/</sup>	5.5–6.5	1.5–3			
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	3.81 <sup>2/</sup>	2.91 b	6.33 b	74.67 a	0.46 b
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	5.24 b	3.14 a	7.00 ab	21.33 d	0.59 a
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	3.96 c	3.20 a	8.33 a	44.33 b	0.63 a
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักผลไม้	8.16 a	2.50 c	6.67 ab	32.67 c	0.63 a
F-Test	*	*	*	*	*
CV. (%)	0.93	3.76	12.23	11.46	9.74

หมายเหตุ<sup>1/</sup> Styer and Koranski (1997)

<sup>2/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 2.3 ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อใบต้นกล้ามะเขือเทศ

ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อใบของต้นกล้ามะเขือเทศเปรียบเทียบกับค่าที่เพียงพอ (ตารางที่ 11) พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อใบอยู่ในระดับไม่เพียงพอ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อที่เพียงพอ คือ 3.00–5.00 เปอร์เซ็นต์ (Hochmuth *et al.*, 1991) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับที่เพียงพอ (0.3–0.6 เปอร์เซ็นต์) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในแกลบผสมมูลหมูหมัก (1:1) ร่วมกับการให้น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกด้วยพีทมอส (control) ร่วมกับการให้น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพจากผัก หรือน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ไม่มีปริมาณธาตุมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสต่ำที่สุด คือ 0.35 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อของใบมะเขือเทศที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

ทริทเมนต์	ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อของใบ			
	N (%)	P (%)	K (%)	
ค่าปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อที่เพียงพอ <sup>1/</sup>	3.0-5.0	0.3-0.6	3.0-5.0	
พีทมอส	ปุ๋ย 20-20-20	2.25	0.45	1.37
	น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	1.88	0.35	1.07
	น้ำหมักชีวภาพจากผัก	1.91	0.35	0.79
	น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	2.11	0.38	1.35
	น้ำหมักชีวภาพผสมผักและผลไม้	1.68	0.35	1.49
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	ปุ๋ย 20-20-20	2.64	0.55	1.03
	น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	2.07	0.53	0.87
	น้ำหมักชีวภาพจากผัก	1.23	0.55	0.7
	น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	1.81	0.45	1.42
	น้ำหมักชีวภาพผสมผักและผลไม้	1.98	0.53	1.59
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	ปุ๋ย 20-20-20	1.77	0.65	1.39
	น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	1.80	0.65	0.95
	น้ำหมักชีวภาพจากผัก	1.76	0.70	0.61
	น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	1.88	0.75	0.83
	น้ำหมักชีวภาพผสมผักและผลไม้	1.89	0.70	0.83

หมายเหตุ <sup>1/</sup> Hochmuth *et al.* (1991)

## 2.4 การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

### 2.4.1 ความสูงของต้น

การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุปลูก 3 ชนิด ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีความสูงต้นสูงที่สุดตลอดอายุการเจริญเติบโต และมีความสูงมากที่สุดเมื่ออายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด (13.75 เซนติเมตร) อาจเป็นเพราะขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพอยู่ในระดับใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม (Styer and Koranski, 1997) ส่วนการใช้แกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ทำให้ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศน้อยที่สุด เนื่องแกลบสดในวัสดุปลูกทำให้วัสดุปลูกเกิดการแยกชั้นผิวหน้าของวัสดุปลูกจึงแห้งง่าย ซึ่งส่งผลต่อการดูดธาตุอาหารของรากพืชและมีผลทำให้มีการเจริญเติบโตช้า (วิทยา, 2531)

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ย 5 ชนิด พบว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่ให้ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20 ที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ต้นสูงที่สุด คือ 6.86 เซนติเมตร และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน และน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ คือ 6.63 และ 6.65 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากผัก และน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ที่อายุ 14 วัน หลังเพาะเมล็ด มีความสูงของต้นน้อยที่สุด คือ 6.10 และ 6.24 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนความสูง ต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 21 ถึง 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีความสูงต้นสูงที่สุดคือ 12.70 และ 15.77 เซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยเคมี ประกอบไปด้วยสารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ง่าย สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่รากพืช สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที พืชจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีได้เร็วกว่าน้ำหมักชีวภาพ (วิจิตร, 2552) ขณะที่ต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 หลังเพาะเมล็ด ที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีความสูงต้นน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ คือ 8.45 9.42 และ 9.81 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งการที่น้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ มีผลทำให้ การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศน้อยที่สุด อาจเนื่องจากน้ำหมักชีวภาพจากผักมีปริมาณ ธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตต้นกล้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสมบัติของน้ำหมัก ชีวภาพของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) พบว่าน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง

อยู่น้อย ดังนั้นในการปลูกพืชไม่สามารถใช้น้ำสกัดชีวภาพจากพืชหรือปลาเพียงอย่างเดียวเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชได้ ดังนั้นควรใช้ร่วมกับวัสดุให้ธาตุอาหารอื่น ๆ

อิทธิพลร่วมกันระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันเมื่อต้นกล้ามีอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 12 และภาพที่ 1) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีความสูงต้นมะเขือเทศสูงที่สุด คือ 22.77 เซนติเมตร ส่วนกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ร่วมกับการให้น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ พิทมอสร่วมกับการให้น้ำหมักชีวภาพจากผัก มะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ร่วมกับการให้น้ำหมักชีวภาพจากผัก พิทมอสร่วมกับน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ น้ำหมักชีวภาพผลไม้ และ น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีความสูงน้อยที่สุดและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คือ 7.20 7.88 8.00 8.00 8.60 8.87 9.10 9.17 และ 9.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลร่วมกันระหว่างวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีผลต่อความสูงต้นกล้ามะเขือเทศมากกว่าการใช้ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ เพราะว่าการใส่ปุ๋ยเคมีจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้เมื่อพืชได้รับปุ๋ยเคมีจะมีการสร้างลำต้น กิ่งก้าน ใบ และราก (วิจิตร, 2552)

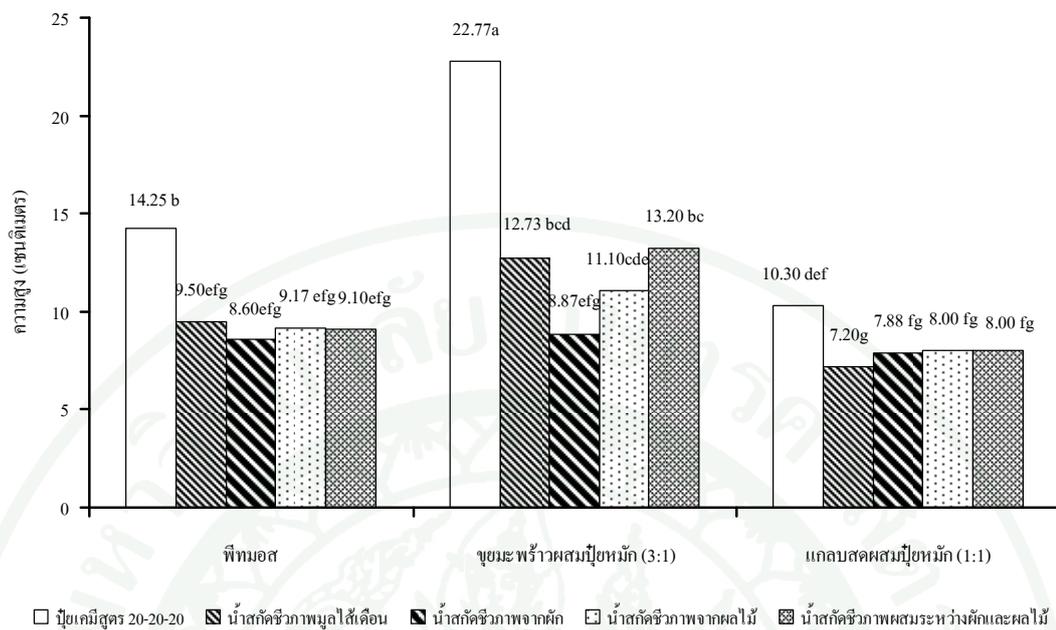
ตารางที่ 12 ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศ (เซนติเมตร) ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
วัสดุปลูกอินทรีย์ : A			
พีทมอส	6.85 a <sup>1/</sup>	9.21 ab	10.12 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	6.65 a	10.50 a	13.73 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	5.91 b	7.83 b	8.28 c
F-test	*	*	*
ชนิดของปุ๋ย : B			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	6.86 a	12.70 a	15.77 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	6.63 ab	8.67 b	9.81 bc
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	6.10 c	7.94 b	8.45 c
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	6.24 bc	8.32 b	9.42 bc
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	6.56 abc	8.27 b	10.10 b
F-test	*	*	*
A x B	ns	ns	*
CV. (%)	7.00	25.25	13.57

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แยกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 1 ความสูงต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

#### 2.4.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น

เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุปลูก 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 13) โดยการปลูกมะเขือเทศในวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่อายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ดสูงที่สุด คือ 2.30 และ 2.41 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากส่วนผสมของขุยมะพร้าวและปุ๋ยหมัก ประกอบด้วยขุยมะพร้าวมีน้ำหนักเบา สามารถอุ้มน้ำได้ดี (อิทธิสุนทร, 2538) และปุ๋ยหมักช่วยในการดูดซับธาตุอาหารพืชได้ดีขึ้น เพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช ทำให้พืชและจุลินทรีย์ในดินเจริญเติบโตและส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (ทิพวรรณ, 2547) ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการขยายตัวทางลำต้นดีที่สุด ส่วนแกลบสลดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) และพีทมอส มีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 1.96 และ 2.09 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งแกลบสลดไม่สามารถอุ้มน้ำได้ดี และมีปริมาณธาตุอาหารน้อย (สมเพียร, 2526) นอกจากนี้ปุ๋ยหมักอาจมีธาตุโลหะหนัก สารอินทรีย์ที่เป็นพิษ และมืองค์ประกอบที่สลายตัวช้า (Gomez, 1988) โดยเฉพาะกลุ่มแคดเมียมที่เป็นโลหะหนักมีความสัมพันธ์กับกลุ่มซัลไฟไฮไดรล นอกจากนี้ยังทำปฏิกิริยากับกลุ่มไฮดรอกซิลและลิแกนที่มีในโตรเจน ซึ่งสามารถยับยั้ง

การทำงานของเอนไซม์ ยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการหายใจ และกระบวนการเผาผลาญอาหารต่าง ๆ ในพืช ทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Torres *et al.*, 2000)

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ยทั้ง 5 ชนิด พบว่ามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่อายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 13) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่รดปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 ที่อายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นสูงที่สุด คือ 2.36 และ 2.54 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยเคมีประกอบด้วยปริมาณธาตุปุ๋ยในปริมาณสูง คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ตามที่กรมวิชาการเกษตรรับขึ้นทะเบียน (อำนาจ, 2554) ในขณะที่ต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้มีความสูงต้นน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 1.98 2.05 2.08 และ 2.11 มิลลิเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ย พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 13) แสดงให้เห็นว่าต้นกล้ามะเขือเทศปลูกด้วยวัสดุปลูกอินทรีย์ร่วมกับการให้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ามะเขือเทศ

ตารางที่ 13 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (มิลลิเมตร) ของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
วัสดุปลูกอินทรีย์ : A			
พีทมอส	1.06 <sup>1/</sup>	2.00 b	2.09 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	1.07	2.30 a	2.41 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	1.03	1.62 c	1.96 b
F-test	ns	*	*
ชนิดของปุ๋ย : B			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	1.05	2.36 a	2.54 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	1.09	1.89 b	2.05 b
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	1.08	1.87 b	1.98 b
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	1.03	1.89 b	2.11 b
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	1.01	1.85 b	2.08 b
F-test	ns	*	*
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	6.90	13.51	11.08

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)  
 \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
 ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 2.4.3 จำนวนใบ

ต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุปลูก 3 ชนิด มีผลทำให้จำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้มีจำนวนใบมากที่สุด คือ 2.22 ใบ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอส (2.16 ใบ) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีจำนวนใบน้อยที่สุด คือ 1.96 ใบ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีผลทำให้จำนวนใบมากที่สุด คือ 5.35 และ 7.41 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากขุยมะพร้าวมีน้ำหนักเบา สามารถอุ้มน้ำได้ดี และมีปริมาณโพแทสเซียมสูง (วิทยา, 2531) ซึ่งโพแทสเซียมมีบทบาทในการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ การเคลื่อนย้ายน้ำตาลออกจากใบ การควบคุมการปิด-เปิดของปากใบ การสังเคราะห์โปรตีน และการแบ่งเซลล์ในพืช (สมบุญ, 2548) นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์โดยเฉพาะไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของปุ๋ยหมัก (Sullivan and Miller, 2001) เป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในใบพืชช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ และกิ่งก้าน (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ที่อายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีจำนวนใบน้อยที่สุด คือ 2.79 และ 4.18 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากแกลบสดเป็นวัสดุปลูกที่มีการย่อยสลายช้าและมีปริมาณธาตุไนโตรเจนน้อย (สมเพียร, 2526) เช่นเดียวกับปุ๋ยหมักมีปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรอง และธาตุจุลธาตุอยู่ในปริมาณที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี (วิจิตร, 2552)

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ยพบว่า มีผลต่อจำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่รดปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีจำนวนใบมากที่สุด คือ 2.30 5.74 และ 7.98 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยเคมีประกอบไปด้วยสารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ง่าย สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที พืชจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีได้เร็วกว่าน้ำหนักชีวภาพ (วิจิตร, 2552) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่รดน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีผลทำให้จำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีแนวโน้มทำให้จำนวนใบสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ หรือน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อจำนวนใบ พบว่า มีอิทธิพลร่วมกันเมื่อต้นกล้ามะเขือเทศมีอายุ 21 หลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 2) โดย ต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีผล ทำให้จำนวนใบมากที่สุด คือ 8.33 ใบ ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกด้วยแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพ จากผัก หรือ พีทมอสร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน แกลบสด ผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้ พีทมอสร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่าง ผักและผลไม้ แกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 และ พีทมอส ร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้ มีจำนวนใบน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 2.30 2.67 2.70 2.93 2.97 2.97 3.00 3.30 และ 3.75 ใบ ตามลำดับ

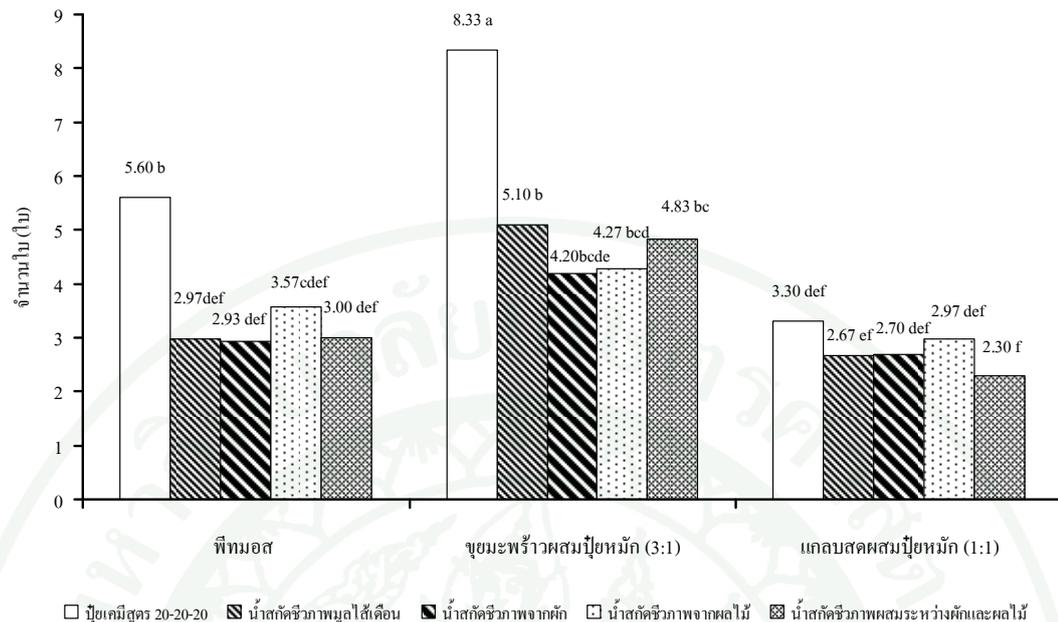
ตารางที่ 14 จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
วัสดุปลูกอินทรีย์ : A			
พีทมอส	2.16 a <sup>1/</sup>	3.61 b	4.55 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	2.22 a	5.35 a	7.41 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	1.96 b	2.79 c	4.18 c
F-test	*	*	*
ชนิดของปุ๋ย : B			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	2.30 a	5.74 a	7.98 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	2.13 b	3.58 b	5.16 b
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	2.03 b	3.28 b	4.18 b
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	2.03 b	3.60 b	4.99 b
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	2.07 b	3.38 b	4.60 b
F-test	*	*	*
A x B	ns	*	ns
CV. (%)	6.69	20.80	21.79

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แยกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



**ภาพที่ 2** จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศในวัสดุปลูกอินทรีย์ร่วมกับการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ที่อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

#### 2.4.4 ความเขียวใบ

ความเขียวใบของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14, 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ในวัสดุปลูก 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอสที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีความเขียวใบสูงสุด คือ 25.76 SPAD unit ขณะที่ต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) และแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีความเขียวใบน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 24.81 และ 24.83 SPAD unit ตามลำดับ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีความเขียวของใบสูงสุด คือ 26.53 SPAD unit ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอส และแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีความเขียวใบน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 21.13 และ 21.80 SPAD unit ตามลำดับ และเมื่อต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีความเขียวใบสูงสุด คือ 21.56 SPAD unit ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) คือ 20.87 SPAD unit ขณะที่การปลูกในพีทมอสมีความเขียวใบดีต่ำที่สุด คือ 18.32 SPAD unit โดยขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีธาตุไนโตรเจนที่เป็น

ส่วนประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ในส่วนที่มีสีเขียวของพืช (Marchner, 1995) ระยะแรกพืชจะสร้างใบ กิ่งก้านและระบบรากที่แผ่ขยาย เพื่อให้พืชได้รับการสังเคราะห์ด้วยแสง (สมบุญ, 2548) ซึ่งเป็นระยะขยายตัวของรากอ่อน ลำต้น ใบเลี้ยง และก้านสู่ระยะมีใบจริง ซึ่งใบพืชจะมีสีเขียวเนื่องจากได้รับแสงและธาตุอาหารเพียงพอมากกว่าระยะเป็นต้นกล้า ซึ่งพืชยังมีความต้องการธาตุอาหารและแสงมากขึ้นเพื่อใช้ในปฏิกิริยาทางเคมีต่างเพิ่มขึ้นด้วย (Styer and Koranski, 1997) ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารจากวัสดุปลูกที่รากดูดไปใช้เพื่อสร้างลำต้นและใบมีปริมาณลดลงทำให้ความเขียวใบลดลงด้วยเมื่อต้นกล้ามีอายุมากขึ้น

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ยทั้ง 5 ชนิด พบว่าความเขียวใบมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ความเขียวใบมากที่สุด คือ 26.64 25.98 และ 24.97 SPAD unit ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยเคมีประกอบไปด้วยสารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ง่ายสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที พืชจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีได้เร็วกว่าน้ำหมักชีวภาพ (วิจิตร, 2552) ส่วนน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ มีความเขียวใบน้อยที่สุดเนื่องจากน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในปริมาณที่น้อย (ราชนทร์ และ ศิริธรรม, 2550)

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อความเขียวของใบพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ความเขียวใบ (SPAD unit) ของต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้า (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
วัสดุปลูกอินทรีย์ : A			
พีทมอส	25.76 a	21.13 b	18.32 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	24.81 b	26.53 a	21.56 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	24.83 b	21.80 b	20.87 a
F-test	*	*	*
ชนิดของปุ๋ย : B			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	26.64 a	25.98 a	24.97 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	25.01 b	22.25 b	19.35 b
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	25.31 b	21.74 b	18.55 b
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	24.14 c	23.69 ab	19.63 b
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	24.56 bc	22.12 b	18.76 b
F-test	*	*	*
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	3.35	10.53	9.26

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

## 2.4.5 น้ำหนักสดของส่วนเนื้อดินและส่วนใต้ดิน

### 2.4.5.1 น้ำหนักสดของส่วนเนื้อดิน

น้ำหนักสดของส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศ ที่ปลูกในวัสดุปลูก 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 16) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้น้ำหนักสดของส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศสูงที่สุด คือ 3.52 8.07 และ 8.77 กรัม ตามลำดับ ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก(1:1) ทำให้น้ำหนักสดส่วนเนื้อดินน้อยที่สุด คือ 1.90 2.97 และ 4.27 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน คือ 920 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสฟอรัส คือ 56.33 มิลลิกรัม/ลิตร โพแทสเซียม คือ 0.27 มิลลิกรัม/ลิตร สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพีทมอสและแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) (ตารางที่ 7) และขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก(3:1) สามารถเก็บความชื้นได้ดีมีผลให้การคายน้ำและอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาในส่วนต้นและใบอย่างต่อเนื่องและสะสมน้ำไว้ในเนื้อเยื่อพืชเป็นปริมาณมาก (McCann *et al.*, 2007)

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ยทั้ง 5 ชนิด พบว่าน้ำหนักสดของส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 16) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนเนื้อดินสูงที่สุด คือ 3.40 8.92 และ 11.10 กรัม ตามลำดับ ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ มีน้ำหนักสดส่วนเนื้อดินน้อยที่สุด เนื่องจากปุ๋ยเคมีประกอบไปด้วยสารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ง่ายสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที พืชจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีได้เร็วกว่าน้ำหมักชีวภาพ (วิจิตร, 2552)

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อน้ำหนักสดของส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (กรัม) ของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
วัสดุปลูกอินทรีย์ : A			
พีทมอส	2.91 b <sup>1/</sup>	4.62 b	5.89 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	3.52 a	8.07 a	8.77 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	1.90 c	2.97 c	4.27 c
F-test	*	*	*
ชนิดของปุ๋ย : B			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	3.40 a	8.92 a	11.10 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	2.89 b	4.85 b	6.20 b
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	2.35 c	4.21 b	4.55 b
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	2.60 bc	4.06 b	5.12 b
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	2.65 bc	4.06 b	4.60 b
F-test	*	*	*
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	16.69	45.38	43.62

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 2.4.5.2 น้ำหนักสดของส่วนใต้ดิน

น้ำหนักสดส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ในวัสดุปลูก 3 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอสมีน้ำหนักสดส่วนใต้ดินสูงที่สุด คือ 0.35 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) คือ 0.34 กรัม เนื่องจากว่าพีทมอสมีสมบัติในการดูดซับน้ำ และธาตุอาหารได้ดีทำให้ระบบรากมีการเจริญเติบโตได้ดี (Bunt, 1988) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีน้ำหนักสดส่วนใต้ดินน้อยที่สุด คือ 0.23 กรัม แต่เมื่อต้นกล้ามีอายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าน้ำหนักสดส่วนใต้ดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดส่วนใต้ดินสูงที่สุด คือ 0.69 และ 2.18 กรัม ส่วนแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีน้ำหนักสดส่วนใต้ดินน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ย 5 ชนิด พบว่าน้ำหนักสดส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) โดยต้นกล้ามะเขือเทศรดด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีน้ำหนักสดส่วนใต้ดินสูงที่สุด คือ 2.78 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน คือ 2.14 กรัม ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผัก และผลไม้ น้ำหมักชีวภาพจากผัก และน้ำหมักชีวภาพผลไม้ มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนใต้ดินน้อยที่สุด และไม่แตกต่างกันทางกันทางสถิติ คือ 1.37 1.44 และ 1.54 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากปุ๋ยเคมีประกอบไปด้วยสารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ง่ายสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที พืชจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีได้เร็วกว่าน้ำหมักชีวภาพ (วิจิตร, 2552)

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อน้ำหนักสดส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 น้ำหนักสดส่วนใต้ดิน (กรัม) ของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วัน  
หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
วัสดุปลูกอินทรีย์ : A			
พีทมอส	0.35 a <sup>1/</sup>	0.61	1.95
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	0.34 a	0.69	2.18
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	0.23 b	0.45	1.43
F-test	*	ns	ns
ชนิดของปุ๋ย : B			
ปุ๋ยเคมี 20-20-20	0.33	0.73	2.78 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	0.34	0.59	2.14 ab
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	0.28	0.54	1.44 b
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	0.31	0.50	1.54 b
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	0.28	0.56	1.37 b
F-test	ns	ns	*
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	30.23	46.40	47.30

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

## 2.4.6 น้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อดินและส่วนใต้ดิน

### 2.4.6.1 น้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อดิน

น้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุปลูก 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 18) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ที่อายุ 14 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินสูงที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับพีทมอส ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สงคราม (2535) พบว่าต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดาปลูกในขุยมะพร้าวผสมทราย (3:1) ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินสูงที่สุด ส่วนแกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินต่ำที่สุด เนื่องจากส่วนผสมมีค่า pH คือ 7.43 (ตารางที่ 9) สูงกว่าค่า pH ที่เหมาะสม คือ 5.5–6.5 (Styer and Koranski, 1997)

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ย 5 ชนิด พบว่าน้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 18) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 20–20–20 ที่อายุ 14 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินสูงที่สุด เนื่องจากปุ๋ยเคมีประกอบไปด้วยสารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ง่ายสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที พืชจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีได้เร็วกว่า น้ำหมักชีวภาพ (วิจิตร, 2552) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ดที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ น้ำหมักชีวภาพผลไม้ มีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติ

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดิน (มิลลิกรัม) ของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
<b>วัสดุปลูกอินทรีย์ : A</b>			
พีทมอส	0.24 a <sup>1/</sup>	0.49 b	0.74 a
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	0.25 a	0.85 a	0.95 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	0.17 b	0.34 b	0.46 b
F-test	*	*	*
<b>ชนิดของปุ๋ย : B</b>			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	0.26 a	0.86 a	1.20 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	0.23 ab	0.60 b	0.84 b
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	0.20 bc	0.45 b	0.45 c
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	0.19 c	0.43 b	0.59 bc
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	0.21 bc	0.42 b	0.53 bc
F-test	*	*	*
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	14.62	45.75	47.32

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 2.4.6.2 น้ำหนักแห้งของส่วนใต้ดิน

น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุปลูก 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 19) โดย ต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ที่อายุ 21 และ 28 วันหลังเพาะเมล็ด มีน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินสูงที่สุด (0.13 และ 0.21 มิลลิกรัม) อาจเนื่องจากมีค่า pH และค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสม คือ 6.89 และ 2.69 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร (ตารางที่ 9) ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม คือ 5.5–6.5 และ 1.5–3 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร (Styer and Koranski, 1997)

เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ย 5 ชนิด พบว่าน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 19) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ดที่รดปุ๋ยเคมีสูตร 20–20–20 มีน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการรดด้วยน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน ขณะที่น้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินน้อยที่สุด เมื่อต้นกล้ามีอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด การรดด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 20–20–20 ทำให้น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การรดด้วยน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่อน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดิน (มิลลิกรัม) ของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
วัสดุปลูกอินทรีย์ : A			
พีทมอส	0.03 a <sup>1/</sup>	0.10 b	0.17 b
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	0.02 b	0.13 a	0.21 a
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	0.02 b	0.06 c	0.11 b
F-test	*	*	*
ชนิดของปุ๋ย : B			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	0.02	0.12 a	0.26 a
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	0.03	0.11 ab	0.17 b
น้ำหมักชีวภาพจากผัก	0.02	0.09 bc	0.13 b
น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้	0.02	0.08 c	0.13 b
น้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้	0.02	0.08 c	0.13 b
F-test	ns	*	*
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	17.97	22.46	34.37

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 2.4.7 อัตราส่วนเนื้อดินต่อราก

อัตราส่วนเนื้อดินต่อรากของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุปลูก 3 ชนิดที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 20) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมกับปุ๋ยหมัก (3:1) ที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากสูงที่สุด คือ 12.02 เนื่องจากขุยมะพร้าวมีความสามารถในการดูดธาตอาหารเป็นการเพิ่มความความสามารถในการระบายน้ำและอากาศสามารถอุ้มน้ำได้ดี (วิทยา,2531) ส่วนปุ๋ยหมักมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์โดยเฉพาะไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ (Sullivan and Miller, 2001) ในขณะที่กลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) มีอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากน้อยที่สุด คือ 8.11 ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ที่อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด มีอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากสูงที่สุด คือ 6.53 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลบสดผสมปุ๋ยหมัก (1:1) คือ 5.31 ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในพีทมอสมีอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากน้อยที่สุด คือ 4.60

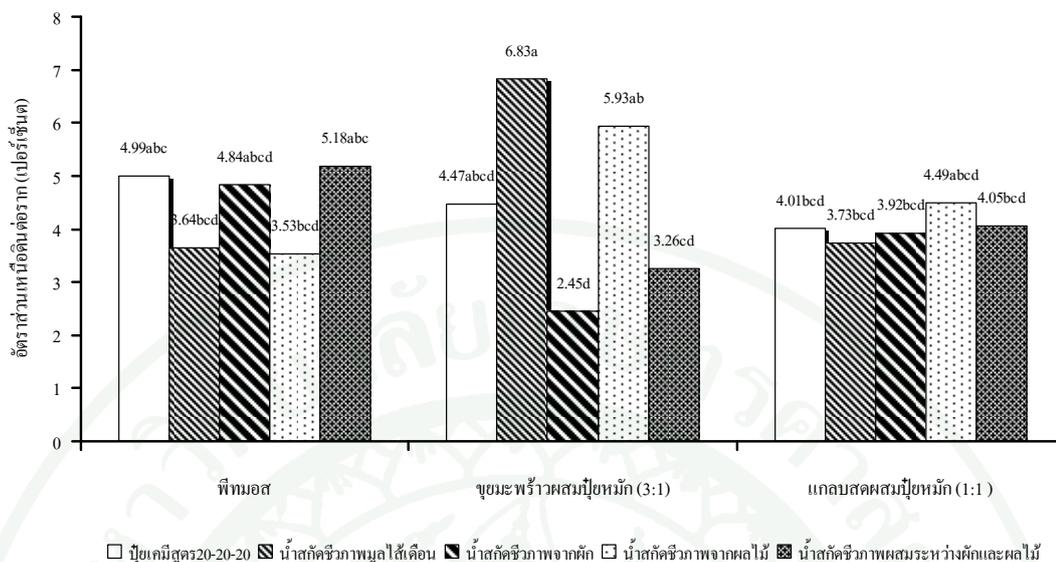
เมื่อพิจารณาชนิดของปุ๋ย 5 ชนิด พบว่าอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 20) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 มีอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากสูงที่สุด คือ 10.97 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ คือ 10.54 ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากผัก น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน และน้ำหมักชีวภาพผลไม้ มีอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 9.08 9.14 และ 9.26 ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมระหว่างวัสดุปลูกอินทรีย์และชนิดของปุ๋ยต่ออัตราส่วนเนื้อดินต่อรากของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 20 และภาพที่ 3) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ร่วมกับการรดน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีแนวโน้มอัตราส่วนเนื้อดินต่อรากสูงที่สุด คือ 6.83 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับทริทเมนต้อื่นๆ

ตารางที่ 20 อัตราส่วนเนื้อดินต่อรากของต้นกล้ามะเขือเทศที่อายุ 14 21 และ 28 วัน  
หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุของต้นกล้ามะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	14	21	28
Growing Media : A			
พีทมอส	9.27 b <sup>1/</sup>	4.60 b	4.44
ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก (3:1)	12.02 a	6.53 a	4.58
แกลบสด : ปุ๋ยหมัก (1:1)	8.11 c	5.31 ab	4.04
F-test	*	*	ns
Fertilizer : B			
ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20	10.97 a	6.68	4.49
น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน	9.14 b	5.46	4.73
น้ำหมักชีวภาพผัก	9.08 b	4.89	3.72
น้ำหมักชีวภาพผลไม้	9.26 b	5.42	4.65
น้ำหมักชีวภาพผักผสมผลไม้	10.54 ab	4.94	4.16
F-test	*	ns	ns
A x B	ns	ns	*
CV. (%)	15.85	34.64	30.07

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)  
\* แยกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



**ภาพที่ 3** อัตราส่วนเนื้อดินต่อรากในวัสดุปลูกอินทรีย์ร่วมกับการให้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน หลังเพาะเมล็ด

วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีแนวโน้มทำให้ดินกล้ำมะเขือเทศมีความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น จำนวนใบ ความเขียวของใบ น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดิน และน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินสูงที่สุด อาจเนื่องจากสมบัติทางเคมี เช่น ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงที่สุด (Styer and Koranski, 1997) เนื่องจากขุยมะพร้าวมีความสามารถอุ้มน้ำได้ดีและมีปริมาณโพแทสเซียมสูง (วิทยา, 2531; สมเพียร, 2526) ซึ่งโพแทสเซียมมีบทบาทในการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ การเคลื่อนย้ายน้ำตาลออกจากใบ การควบคุมการปิด-เปิดของปากใบ การสังเคราะห์โปรตีน และการแบ่งเซลล์ในพืช (สมบุญ, 2548) อีกทั้งปุ๋ยหมักยังมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์โดยเฉพาะไนโตรเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของปุ๋ยหมัก (Sullivan and Miller, 2001) ส่วนการรดปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-20 มีความสูงของต้นสูงที่สุดอาจเนื่องจากปุ๋ยเคมีประกอบไปด้วยสารที่มีสมบัติละลายน้ำได้ง่ายสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีพืชจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีได้เร็วกว่าน้ำหมักชีวภาพ (วิจิตร, 2552) ส่วนน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนมีแนวโน้มทำให้ดินกล้ำมะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหมักชีวภาพผัก ผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพผสมระหว่างผักและผลไม้ เนื่องจากน้ำหมักมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุดและส่วนประกอบของธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช และจุลินทรีย์หลายชนิด (อานัฐ, 2550)

### การทดลองที่ 3 ผลของการใช้สารละลายกรดซาลิไซลิกต่อการตั้งตัวของต้นมะเขือเทศ

#### 3.1 การเจริญเติบโตของต้น

##### 3.1.1 ความสูงของต้น

การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศในด้านความสูงต้น พบว่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกไม่มีผลต่อความสูงต้นที่อายุ 28 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 21) แต่ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกมีผลต่อความสูงต้นเมื่อมีอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด โดยการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 400 ppm มีผลทำให้ความสูงของต้นสูงที่สุดคือ 16.63 เซนติเมตร เช่นเดียวกับ Umebese *et al.* (2009) รายงานการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 3 mM ให้กับต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์ Roma สามารถช่วยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ nitrate reductase ซึ่งมีผลทำให้พืชเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำจากดินทำให้เพิ่มความสูงของต้นและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ไม่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก (control) มีความสูงน้อยที่สุดคือ 13.63 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาระยะเวลาการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด และฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าความสูงของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21) โดยการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกสองครั้งเมื่ออายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ดมีผลทำให้ความสูงของต้นที่อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ดสูงที่สุดคือ 16.81 เซนติเมตร เนื่องจากการฉีดพ่นสองครั้งทำให้ต้นมะเขือเทศได้รับสารละลายกรดซาลิไซลิกมากกว่าทรีทเมนต์อื่น ซึ่งกรดซาลิไซลิกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึม  $\text{CO}_2$  และเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Fariduddin *et al.*, 2003; Khan *et al.*, 2003; Szepsi *et al.*, 2005)

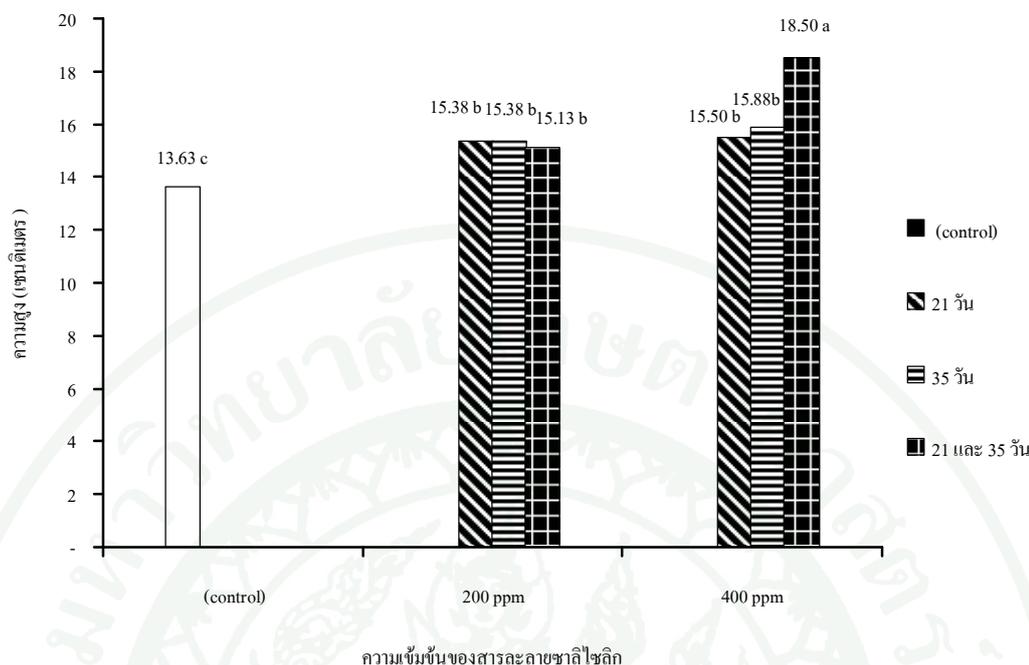
อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกและระยะเวลาการฉีดพ่นต่อความสูงของกล้ามะเขือเทศ พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันเมื่อต้นกล้ามีอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 21 และ ภาพที่ 4) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกสองครั้งเมื่ออายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ที่ความเข้มข้น 400 ppm มีผลทำให้ความสูงของต้นสูงที่สุดคือ 18.50 เซนติเมตร ส่วนต้นที่ไม่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก (control) มีความสูงของต้นน้อย

ที่สุด คือ 13.63 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกทางใบสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ความสูงต้นสูงที่สุด เช่นเดียวกับ Umebese *et al.* (2009) รายงานการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกทางใบ ที่ความเข้มข้น 3 M เป็นเวลา 4 ครั้ง ก่อนหลังการเจริญเติบโตทางกิ่งก้าน และออกดอกมีผลต่อความสูงของมะเขือเทศพันธุ์ Roma

ตารางที่ 21 ความสูง (เซนติเมตร) ของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุต้นมะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	28	35	42
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสารละลายซาลิไซลิก			
0 ppm (control)	9.50	9.13	13.63 c
200 ppm	11.83	11.83	15.29 b
400 ppm	12.33	12.25	16.63 a
F-test	ns	ns	*
ปัจจัย B : ระยะเวลาฉีดพ่น			
ฉีดพ่นที่อายุ 21 วัน	12.75	11.75	15.44 b
ฉีดพ่นที่อายุ 35 วัน	11.25	12.19	15.63 b
ฉีดพ่นที่อายุ 21 และ 35 วัน	12.25	12.19	16.81 a
F-test	ns	ns	*
A x B	ns	ns	*
CV. (%)	6.90	10.58	7.26

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)  
 \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
 ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 ความสูงของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

### 3.1.2 จำนวนใบ

จำนวนใบของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกไม่มีผลต่อจำนวนใบที่อายุ 28 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 22) แต่ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกมีผลต่อจำนวนใบเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm มีผลทำให้จำนวนใบมากที่สุด คือ 27.42 ใบ ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ไม่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก(control) มีจำนวนใบน้อยที่สุด คือ 20.25 ใบ เนื่องจากสารละลายกรดซาลิไซลิกช่วยส่งเสริมความต้านทานต่อโรคและแมลง (Loake and Grant, 2007) ทำให้มะเขือเทศมีการเจริญเติบโตและมีจำนวนใบมาก สอดคล้องกับการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกในถั่วเหลือง ข้าวโพด (Gutierrez-Coronado *et al.*, 1998; Lian *et al.*, 2000; Khan *et al.*, 2003) และถั่ว (Sakhabutdinova *et al.*, 2003) ทำให้มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น ส่วนการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกในแตงกวา ทำให้เพิ่มกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ และการเจริญเติบโตของพืช (Yildirim *et al.*, 2006)

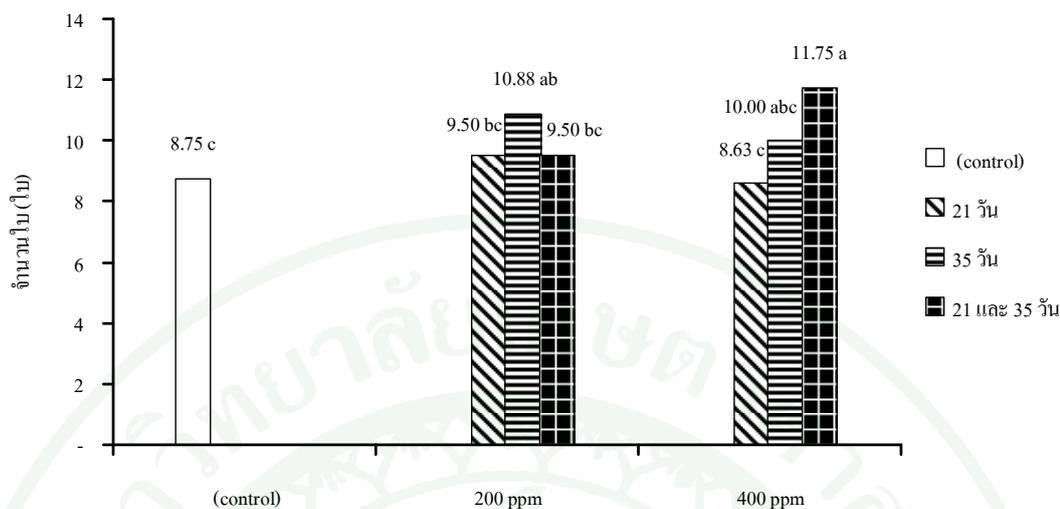
เมื่อพิจารณาระยะเวลาฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟูริก พบว่า จำนวนใบที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 22) โดยการฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟูริกสองครั้งเมื่ออายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีแนวโน้มทำให้จำนวนใบของต้นมะเขือเทศมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากการฉีดพ่นที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริกและระยะเวลาฉีดพ่นต่อจำนวนใบมะเขือเทศ พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันเมื่อต้นกล้ามีอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด (ภาพที่ 5) โดยต้นกล้ามะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟูริกสองครั้ง ที่ความเข้มข้น 400 ppm เมื่ออายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีจำนวนใบมากที่สุด คือ 11.75 ใบ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 200 และ 400 ppm ที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด (10.88 และ 10 ใบ ตามลำดับ)

ตารางที่ 22 จำนวนใบ (ใบ) ของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุต้นมะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	28	35	42
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสารละลายธาตุไนโตรเจน			
0 ppm (control)	6.00	8.75	20.25 c
200 ppm	5.67	9.96	25.00 b
400 ppm	7.00	10.13	27.42 a
F-test	ns	ns	*
ปัจจัย B : ระยะเวลาฉีดพ่น			
ฉีดพ่นที่อายุ 21 วัน	5.50 b	9.63 bc	24.56 b
ฉีดพ่นที่อายุ 35 วัน	6.00 ab	10.44 ab	26.25 ab
ฉีดพ่นที่อายุ 21 และ 35 วัน	7.50 a	10.63 a	27.81 a
F-test	*	*	*
A x B	ns	*	ns
CV. (%)	14.03	17.96	9.25

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)  
 \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
 ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 จำนวนใบของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

### 3.1.3 ความเขียวของใบ

ความเขียวของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่า มีความเขียวของใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 23) แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ 0 200 และ 400 ppm ไม่มีผลต่อความเขียวใบมะเขือเทศ

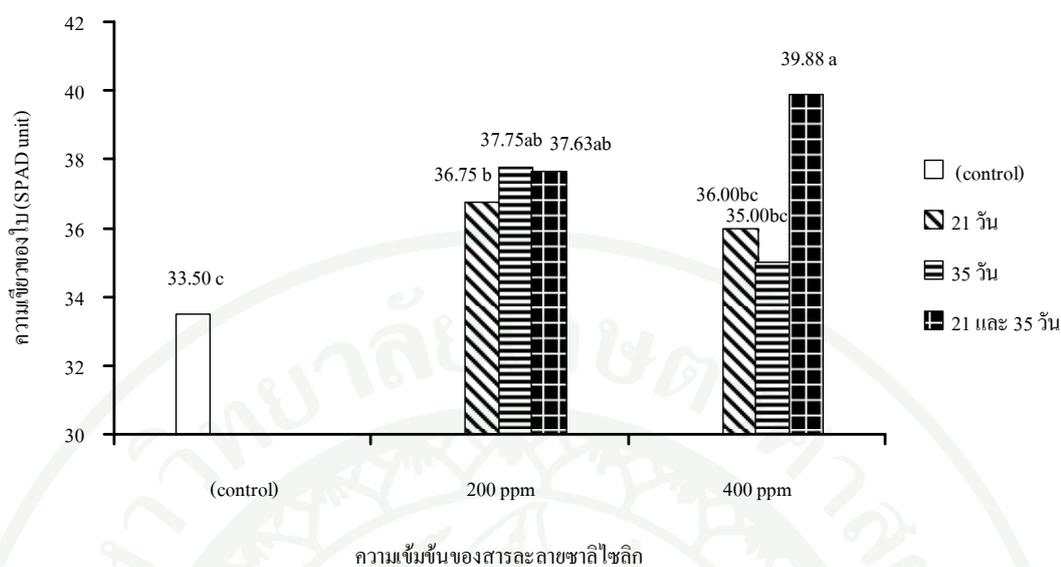
เมื่อพิจารณาระยะเวลาฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก พบว่า ความเขียวของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 23) แต่การฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกสองครั้งเมื่ออายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ความเขียวใบมากที่สุด คือ 38.75 SPAD unit แสดงให้เห็นว่าการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกสามารถช่วยเพิ่มความเขียวของใบมะเขือเทศ ซึ่งสอดคล้องกับการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกใน *Brassica napus rutabaga* (Ghai *et al.*, 2002) ข้าวสาลี (Moharekar *et al.*, 2003) และ แดงกวาง (Yildirim *et al.*, 2006) พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในใบพืช

อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกและระยะเวลาฉีดพ่นต่อความเขียวใบของต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันเมื่อต้นกล้ามะเขือเทศมีอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด (ภาพที่ 6) โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm มีความเขียวใบสูงที่สุดคือ 39.88 SPAD unit ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกความเข้มข้น 200 ppm ที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด และฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด โดยมีความเขียวใบ คือ 37.75 และ 37.63 SPAD unit ตามลำดับ

ตารางที่ 23 ความเขียวใบ (SPAD unit) ของต้นมะเขือเทศอายุ 28 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุต้นมะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	28	35	42
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิก			
0 ppm (control)	22.50	29.50	33.50
200 ppm	23.00	31.83	37.38
400 ppm	20.67	32.54	36.96
F-test	ns	ns	ns
ปัจจัย B : ระยะเวลาฉีดพ่น			
ฉีดพ่นที่อายุ 21 วัน	23.75	32.44	36.38 b
ฉีดพ่นที่อายุ 35 วัน	20.50	32.75	36.38 b
ฉีดพ่นที่อายุ 21 และ 35 วัน	21.25	31.73	38.75 a
F-test	ns	ns	*
A x B	ns	ns	*
CV. (%)	10.56	12.37	6.80

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)  
 \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
 ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 6 ความเขียวของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

### 3.1.4 น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน

#### 3.1.4.1 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน

น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นมะเขือเทศ พบว่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งที่อายุ 28 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด แต่มีผลเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 24) โดยการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 400 ppm มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุด คือ 0.46 มิลลิกรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก 200 ppm (0.38 มิลลิกรัม) สอดคล้องกับ Salehi *et al.* (2011) รายงานการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกทางใบที่ความเข้มข้น  $1 \times 10^{-6}$  mM มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุด ส่วนต้นมะเขือเทศที่ไม่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก (control) มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงน้อยที่สุด คือ 0.33 มิลลิกรัม

เมื่อพิจารณาระยะเวลาฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่อายุ 21 35 และฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นมะเขือเทศไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 24) โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก

ลิโซลิคที่อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด สูงที่สุด (0.9 และ 0.12 มิลลิกรัม ตามลำดับ) ส่วนต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นที่อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด สูงที่สุด คือ 0.46 มิลลิกรัม

ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกและระยะเวลาฉีดพ่นต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นมะเขือเทศมีอิทธิพลร่วมกันเมื่อต้นมีอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด (ภาพที่ 7) โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกสองครั้ง ความเข้มข้น 400 ppm ที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงที่สุด คือ 0.56 มิลลิกรัม

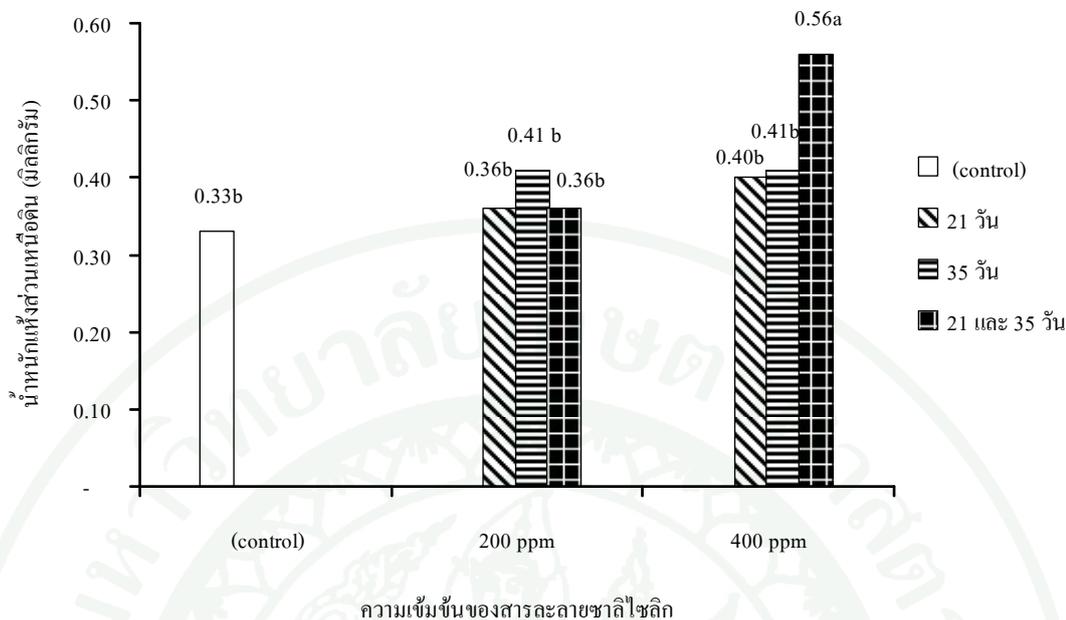
ตารางที่ 24 น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดิน (มิลลิกรัม) ของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุต้นมะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	28	35	42
ปัจจัย A : ความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริก			
0 ppm (control)	0.08	0.09	0.33 b
200 ppm	0.07	0.12	0.38 ab
400 ppm	0.07	0.11	0.46 a
F-test	ns	ns	*
ปัจจัย B : ระยะเวลาฉีดพ่น			
ฉีดพ่นที่อายุ 21 วัน	0.09	0.12	0.38
ฉีดพ่นที่อายุ 35 วัน	0.07	0.11	0.41
ฉีดพ่นที่อายุ 21 และ 35 วัน	0.06	0.11	0.46
F-test	ns	ns	ns
A x B	ns	ns	*
CV. (%)	11.80	32.85	27.09

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

\* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 น้ำหนักแห้งส่วนเหนื่อดินของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาฉีดพ่นที่แตกต่างกันเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

#### 3.1.4.2 น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดิน

น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นมะเขือเทศ พบว่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินเมื่ออายุ 28 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด แต่มีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินเมื่ออายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 25) โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริก 200 หรือ 400 ppm มีน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินสูงที่สุด คือ 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัม ตามลำดับ แสดงว่าสารละลายกรดซัลฟิวริกมีผลต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ อาจเนื่องจากช่วยดูดสารอาหารเพิ่มขึ้น (Yildirim *et al.*, 2008) ทำให้กระตุ้นการสร้างรากมากขึ้น (Khan *et al.*, 2003) ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่ไม่ฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริก (control) มีน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินน้อยที่สุด คือ 0.3 มิลลิกรัม

เมื่อพิจารณาระยะเวลาฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่อายุ 21 35 วัน และฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นกล้ามะเขือเทศไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 25) แสดงว่าระยะเวลาฉีดพ่นไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินของต้นมะเขือเทศ

ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิก 200 และ 400 ppm และระยะเวลาการฉีดพ่นไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดิน (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 น้ำหนักแห้งส่วนใต้ดิน (มิลลิกรัม) ของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 35 และ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุต้นมะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)		
	28	35	42
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสารละลายซาลิไซลิก			
0 ppm (control)	0.02	0.012	0.03 b
200 ppm	0.02	0.017	0.04 a
400 ppm	0.02	0.017	0.05 a
F-test	ns	ns	*
ปัจจัย B : ระยะเวลาฉีดพ่น			
ฉีดพ่นที่อายุ 21 วัน	0.02	0.05	0.04
ฉีดพ่นที่อายุ 35 วัน	0.02	0.05	0.05
ฉีดพ่นที่อายุ 21 และ 35 วัน	0.01	0.05	0.05
F-test	ns	ns	ns
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	29.79	40.97	28.77

หมายเหตุ <sup>1/</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)  
 \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
 ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.1.5 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate; RGR)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศในระยะกล้าและหลังย้ายปลูกที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้น 0 200 และ 400 ppm พบว่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุ 28 ถึง 42 วันหลังเพาะเมล็ด (ตารางที่ 26) ในระยะแรกของการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 200 ppm ที่อายุ 28-35 วันหลังเพาะเมล็ด มีแนวโน้มประสิทธิภาพในการสร้างน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 0.07 กรัมต่อกรัมต่อวัน เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นมะเขือเทศที่อายุ 35-42 วันหลังเพาะเมล็ด ซึ่งเป็นระยะที่พืชเจริญเติบโตในแปลง พบว่า ต้นที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 400 ppm มีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการสร้างน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 0.22 กรัมต่อกรัมต่อวัน แสดงว่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกมีแนวโน้มประสิทธิภาพในการสร้างน้ำหนักแห้งสูงขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์เป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการสร้างน้ำหนักแห้งของพืช (Hunt, 1978) โดยมีค่าสูงในระยะแรกของการเจริญเติบโตและลดลงเมื่ออายุพืชมากขึ้น (Nilwik, 1981)

เมื่อพิจารณาระยะเวลาฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกทั้ง 3 ระยะเวลา พบว่าประสิทธิภาพการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศในระยะกล้า และหลังย้ายปลูกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 26) โดยประสิทธิภาพในการสร้างน้ำหนักแห้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุพืชที่มากขึ้น ต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกสองครั้ง ที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีแนวโน้มประสิทธิภาพการสร้างน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 0.08-0.22 กรัมต่อกรัมต่อวัน

อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริก และระยะเวลาฉีดพ่นต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นมะเขือเทศ พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (กรัมต่อกรัมต่อวัน) ของต้นมะเขือเทศที่อายุ 28 - 42 วัน หลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	อายุต้นมะเขือเทศ (วันหลังเพาะเมล็ด)	
	28-35	35-42
ปัจจัย A : ความเข้มข้นสารละลายกรดซาลิไซลิก		
0 ppm (control)	0.01	0.19
200 ppm	0.07	0.17
400 ppm	0.04	0.22
F-test	ns	ns
ปัจจัย B : ระยะเวลาฉีดพ่น		
ฉีดพ่นที่อายุ 21 วัน	0.04	0.16
ฉีดพ่นที่อายุ 35 วัน	0.05	0.20
ฉีดพ่นที่อายุ 21 และ 35 วัน	0.08	0.22
F-test	ns	ns
A x B	ns	ns
CV. (%)	64.98	16.47

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.2 ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อของใบมะเขือเทศที่อายุ 63 วันหลังเพาะเมล็ด

ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในใบมะเขือเทศที่อายุ 63 วันหลังเพาะเมล็ด ซึ่งเป็นระยะที่ต้นมะเขือเทศมีการเจริญเติบโต และเริ่มออกดอกที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 200 และ 400 ppm ระยะเวลาฉีดพ่นที่อายุ 21 35 และฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก 0 ppm (control) พบว่าปริมาณธาตุอาหารไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 27)

### 3.2.1 ปริมาณธาตุไนโตรเจน

ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (control) 200 และ 400 ppm มีปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าปริมาณธาตุอาหารอยู่ในช่วงที่เพียงพอ คือ 2.8–4.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27) โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก 0 ppm (control) มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 3.42 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาระยะเวลานี้ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิก พบว่า การฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่อายุ 21 35 และฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีผลทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณธาตุไนโตรเจนต่ำกว่าค่าปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอ คือ 2.8–4.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27)

ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิก และระยะเวลานี้ฉีดพ่น ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของใบ (ตารางที่ 27)

### 3.2.2 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 0 (control) 200 และ 400 ppm ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงที่เพียงพอ คือ 0.2–0.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27) โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก 0 ppm (control) มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาระยะเวลานี้ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิกทั้ง 3 ระยะ พบว่า ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบมะเขือเทศ และมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในช่วงที่เพียงพอ คือ 0.2–0.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27)

ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกและระยะเวลานี้ฉีดพ่น ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของใบมะเขือเทศ (ตารางที่ 27)

### 3.2.3 ปริมาณธาตุโพแทสเซียม

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 200 และ 400 ppm เปรียบเทียบกับ 0 ppm (control) พบว่า มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมต่ำกว่าค่าที่เพียงพอ คือ 2.5–4.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27) โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิก 400 ppm มีแนวโน้มปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 2.09 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาระยะเวลาฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิกทั้ง 3 ระยะ พบว่าการฉีดพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่อายุ 21 35 และฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบมะเขือเทศ (ตารางที่ 27) ซึ่งต่ำกว่าค่าปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอ คือ 2.5–4.00 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดซาลิไซลิกที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 2.08 เปอร์เซ็นต์

ความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกและระยะเวลาฉีดพ่นไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อของใบมะเขือเทศ (ตารางที่ 27)

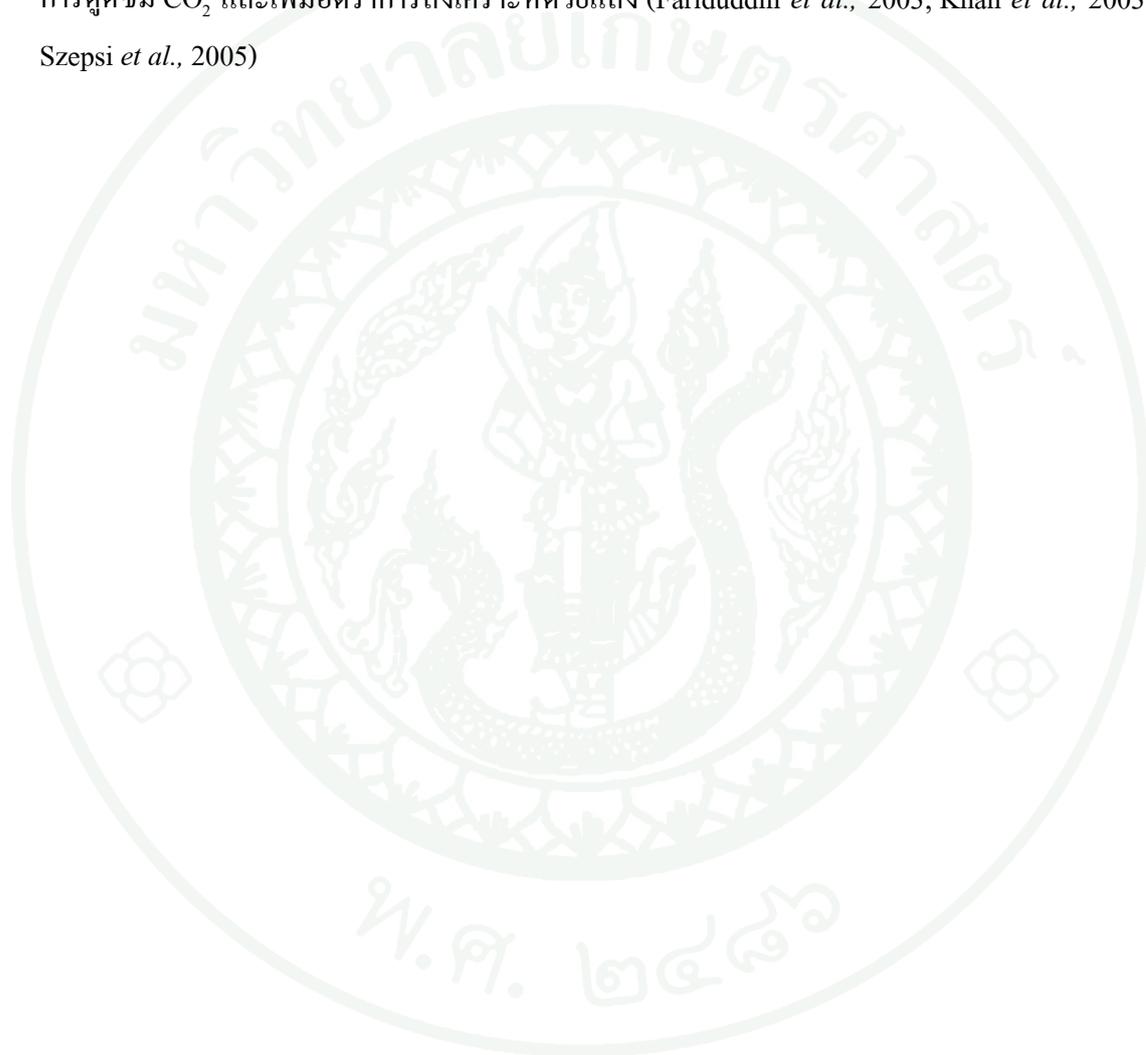
ตารางที่ 27 ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อใบของต้นมะเขือเทศที่อายุ 63 วันหลังเพาะเมล็ด

ปัจจัย	ธาตุอาหารในเนื้อเยื่อใบ		
	N (%)	P (%)	K (%)
ค่าปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอ <sup>1/</sup>	2.8-4.0	0.2-0.4	2.5-4.0
ปัจจัย A : ความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริก			
0 ppm (control)	3.42	0.30	1.96
200 ppm	2.27	0.29	1.97
400 ppm	2.97	0.27	2.09
F-test	ns	ns	ns
ปัจจัย B : ระยะเวลาฉีดพ่น			
ฉีดพ่นที่อายุ 21 วัน	2.34	0.27	1.96
ฉีดพ่นที่อายุ 35 วัน	2.74	0.29	2.08
ฉีดพ่นที่อายุ 21 และ 35 วัน	2.78	0.28	2.06
F-test	ns	ns	ns
A x B	ns	ns	ns
CV. (%)	36.48	9.84	14.68

หมายเหตุ <sup>1/</sup> Hochmuth *et al.*, (1991)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้น 200 และ 400 ppm และระยะเวลาฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ความสูงต้น จำนวนใบ ความเขียวใบ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดซัลฟิวริกช่วยเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ nitrate reductase ซึ่งทำให้พืชเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำจากดิน (Umebese *et al.*, 2009) จึงทำให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชดีขึ้น (Arberg, 1981) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึม CO<sub>2</sub> และเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Fariduddin *et al.*, 2003; Khan *et al.*, 2003; Szepesi *et al.*, 2005)



## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) มีผลทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดามีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความสูงของต้น 13.55 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 2.88 มิลลิเมตร จำนวนใบ 8.80 ใบ น้ำหนักสดของส่วนเหนือดิน 9.05 กรัม และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน 1.08 มิลลิกรัม
2. วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) และ/หรือการให้ปุ๋ยเคมี 20-20-20 มีผลทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดามีการเจริญเติบโตดีที่สุด คือ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น จำนวนใบ ความเขียวของใบ น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินสูงที่สุด ส่วนต้นกล้ามะเขือเทศที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก (3:1) ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมี 20-20-20 ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศสูงที่สุด และรองลงมาคือน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน
3. การฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 400 ppm และ/หรือ การฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกสองครั้ง ที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด มีผลทำให้ต้นมะเขือเทศตั้งตัวได้ดีที่สุด โดยมีความสูงต้น จำนวนใบ ความเขียวของใบ น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินสูงที่สุด

### ข้อเสนอแนะ

1. วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร สามารถใช้เป็นวัสดุปลูกอินทรีย์สำหรับการเพาะกล้ามะเขือเทศได้ เพื่อทดแทนวัสดุปลูกพืชมอสที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นในอนาคตจึงควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุปลูกอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ เช่น ขี้เลื่อย เปลือกถั่วลิสง แกลบเผา ปุ๋ยหมัก ซึ่งเป็นวัสดุปลูกที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นเพื่อช่วยลดต้นทุนของเกษตรกรในอนาคตด้วย

2. น้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ ที่นำมาศึกษาในงานทดลองนี้ ถึงแม้ว่าไม่สามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้โดยตรงแต่พบว่าน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ และน้ำหมักชีวภาพระหว่างผักและผลไม้ มีแนวโน้มทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศเจริญเติบโตในระดับหนึ่ง ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของพืชที่ทำการหมัก ปริมาณธาตุอาหาร อัตราที่ใช้ และการใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เนื่องจากงานทดลองใช้ในอัตราที่น้อยจนเกินไป จึงควรแนะนำการใช้หรืออัตราที่เหมาะสมมากขึ้น

3. ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริก 200 และ 400 ppm ฉีดพ่นสองครั้งที่อายุ 21 และ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ทำให้ต้นมะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระยะเวลาการฉีดพ่นสารละลายกรดซัลฟิวริกของต้นมะเขือเทศบ่อยครั้งมากขึ้น อาจเนื่องจากสารละลายกรดซัลฟิวริกสามารถต้านทานโรคพืช และมีผลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ในเซลล์พืช ทำให้ต้นมะเขือเทศมีการเจริญเติบโตและแข็งแรงมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสารละลายกรดซัลฟิวริกหลังย้ายปลูก

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. การผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการเกษตร. 2544. หลักการวิธีการผลิตผักอนามัย โครงการนำร่องการผลิตพืชผักและผลไม้อนามัย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- กรุง สีตะธนี, วิภา เศรษฐวิทยา และ ประเสริฐ คำวงษ์. 2540. มะเขือเทศเชอร์รี่. น. 255-270. ใน รายงานประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 15. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชสวน. 2539. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยพืชสวน. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์. 2541. มะเขือเทศ. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.
- ขนิษฐา ขาวพลศรี. 2553. คุณสมบัติและประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือม่วง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการอนุรักษ์ผักสีเขียว. 2545. มหัศจรรย์ผัก 108. พิมพ์ครั้งที่ 8 สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดลและมูลนิธิโตโยต้า ประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- จานุลักษณ์ ขนบดี. 2541. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- จุลบุตร จันทรสุรีย์ 2548. การเปลี่ยนแปลงความร้อนในกล่องคอนกรีตที่ใช้หมักขยะชุมชนภายใต้การรดน้ำในปริมาณต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชมพู ไทวรรณ, ชานนท์ ลากจิตร และ สุชีลา เดชะวงศ์เสถียร. 2551. ผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิพวรรณ สิทธิธรรมศรี. 2547. ปุ๋ยหมัก ดินหมักและปุ๋ยหมักชีวภาพ. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันน์ และจรัญ จันทรเจริญสุข. 2542. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. 2552. ธรรมชาติของดินและปุ๋ย. โครงการรวมพลังพลิกฟื้นผืนดินเกษตรไทย, กรุงเทพฯ.
- ธันวดี ศรีธาวิรัตน์. 2547. การศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.
- นิตดา หงษ์วิวัฒน์, ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์ และ สุภาพรณ เข็มชัยภูมิ. 2548. ผัก 333 ชนิด คุณค่าอาหารและการกิน. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพฯ.
- นิรนาม. 2545. คู่มือการปลูกมะเขือเทศ. บริษัท เพื่อนการเกษตรกร จำกัด, เชียงใหม่.
- นิรันดร์ หิรัญสุข. 2547. ศักยภาพจากไส้เดือนดินสายพันธุ์ *pheretima peguana* ในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ และการผลิตปุ๋ยหมักในสภาพเลียนแบบธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

ไพบูลย์ ประพตจิธรรม, สิริรัชย์ ตันธนะสฤษฎี และ อรอนงค์ ศิวินิล. 2542. การพัฒนาเทคโนโลยี  
 กล่องคอนกรีตเปิดและปิดฝาทำปุ๋ยหมักขยะด้วยวัสดุเสริม และการใช้ดินเป็นตัวรับ  
 อิเล็กตรอนช่วย การย่อยสลาย, น. 10-1-10-21. ใน เทคโนโลยีการกำจัดขยะแบบประหยัด  
 และการบำบัดด้วยพืช. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอัน  
 เนื่องมาจากพระราชดำริ, เพชรบุรี.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2539. มะเขือเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1 โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

มยุรฉัตร เฟือกไร่, ชานนท์ ลากจิตร และ สุชีลา เดชะวงศ์เสถียร. 2551. ผลของวัสดุเพาะกล้าและ  
 ขนาดถาดเพาะที่มีผลต่อการเจริญเติบโตต่อต้นกล้ามะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. วัสดุปลูกไม้ดอก ไม้ประดับ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์บ้านและสวน,  
 กรุงเทพฯ.

เมืองไม้ผล. 2553. ปุ๋ยชีวภาพมูลไส้เดือนไบโอซออยล์. วารสารบริษัท มีเดีย ออฟ กรู๊ป จำกัด,  
 ฉบับที่ 110.

ขงยุทธ โอสดสภา, สุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงสมณีโรจน์ และ ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2541.  
 ปลูกพืชยาเบื้องต้น. ภาควิชาปลูกพืชยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ขงยุทธ โอสดสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
 กรุงเทพฯ.

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์ และศิริธรรม สิงโต. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์... ปุ๋ยชีวภาพทางเลือกใหม่เพื่อ  
 การเกษตร. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.), ปทุมธานี.

รุ่งรัตน์ วาริเขต. 2543. **คุณสมบัติบางประการของสารสกัดชีวภาพ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี,**  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรียมสงวน วรรณยะลา. 2544. **ประสิทธิภาพการย่อยสลายมูลฟอยเป็นปุ๋ยโดยวิธีเติมอากาศจากมูล**  
**ฝอยชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,**  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลีนา พงษ์พุกษา และ จริยา เจริญวัฒน์. 2523. **ภาวะธุรกิจการสีข้าวในประเทศไทย, น. 8. ใน**  
**รายงานการศึกษาวิจัย กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพฯ.**

วิทยา สุริยภณานนท์. 2531. **อาหารและเครื่องปลูกของพืชสวน. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชา**  
**พืชสวน คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**

วิจิตร วังใน. 2552. **ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. วี.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ.**

ศรานนท์ เจริญสุข. 2548. **ผักสวนครัว. สำนักพิมพ์เพชรกระรัต, กรุงเทพฯ.**

ศุภลักษณ์ สอกะวัด. 2536. **โรคผักตระกูลพริกและมะเขือเทศ. ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะ**  
**เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.**

ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน. 2548. **การเพาะกล้า. เอกสารเผยแพร่งานเกษตรกำแพงแสน วันที่ 4-11**  
**ธันวาคม 2548, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.**

ศูนย์ส่งเสริม และฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. 2529. **การปลูกมะเขือเทศ. สำนักส่งเสริมและ**  
**ฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**

สงคราม ฉลวยศรี. 2535. **อิทธิพลของวัสดุปลูกและวิธีการให้ธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต และ**  
**ผลผลิตมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2530. การผลิตมะเขือเทศเพื่อการค้า. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

สมาคมผู้ค้าเมล็ดพันธุ์. 2554. สถิติปริมาณและมูลค่าการนำเข้า - ส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุมปี 2554. แหล่งที่มา: <http://www.thasta.com>, 15 กุมภาพันธ์ 2555.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2526. การปลูกไม้ดอก. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2550. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2554. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2548. น้ำหมักชีวภาพ. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สุดใจ เกตุเดชา. 2551. สารชีวภาพในงานผลิตพืช. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, เพชรบูรณ์.

สุนันทา ชมพูนิช. 2546. ฮอโมนพืชและธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สุรัชย์ พัฒนพิบูล. 2546. ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักบางชนิดในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี, สมพร อิศรานุรักษ์, สุนันทา ชมพูนิจ, ภาวนา ลิกขนานนท์, นิตยา กันหลง  
รังสี เจริญสถาพร และรัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา. 2547. **ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ น้ำหมัก  
ชีวภาพ (ตอนที่ 1)**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ควิกปรินท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.

อานัฐ ตันโช. 2550. **ไส้เดือนดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: บริษัท ทรีโอแอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์มีเดีย  
จำกัด.

อิทธิสุนทร นันทจิก. 2538. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics)**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะ  
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ. 2554. **ความจริงเกี่ยวกับปุ๋ยในการเกษตรและสิ่งแวดล้อม**. ภาควิชาปฐพีวิทยา  
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieira and V. Noguera. 2002. Physico-chemical and  
chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for  
containerised ornamental plants. **Bioresource Technology** 82: 241–245.

Afroz, A., M.R. Khan, N. Ahsan and S. Komatsu. 2009. Comparative proteomic analysis of  
bacterial wilt susceptible and resistant tomato cultivars. **Peptides** 30(9): 1600–1607.

Arberg, B. 1981. Plant growth regulators. XLI. Monosubstituted benzoic acid. **Swedish journal  
of agricultural research** 11: 93–105.

Atiyeh, R.M., N. Arancon, C.A. Edwards and J.D. Metzger. 2000. Influence of earthworm  
processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. **Bioresource  
Technology** 75: 175–180.

- AVRDC. 1990. **Vegetable Production Training Manual**. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan.
- Bakker, J.C. 1995. **Analysis of humidity effects on growth and production of glasshouse fruit vegetable**. Ph.D. thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen.
- Barkham, J.P. 1993. For peat's sake: Conservation or exploitation?. **Biodiversity and Conservation 2**: 556–566.
- Benoit, F. 1992. **Practical Guide for Simple Soilless Culture Techniques**. Ecology Ergonomy Economy. European Vegetable R&D center, Belgium.
- Brown, E.F. and F.A. Pokorny. 1975. Physical and chemical properties of media composed of milled pine bark and sand. **American Society for Horticultural Science** 100(2): 119–121.
- Brouwer, R. 1966. Root growth of grasses and cereals, PP. 153-166 *in* F. L. Milthorpe and D. J. Ivins, eds. *The Growth of Cereals and Grasses*. Butterworths, London.
- Bunt, A.C. 1988. **Media and mixes for container-grown: a manual on the preparation and use of growing media for pot plants**. 2<sup>nd</sup> ed. Biddles of Guildford.
- Cho, Y.Y., O. Sung, M.O. Myong and E.S. Jung. 2007. Estimation of individual leaf area, fresh weight, and dry weight of hydroponically grown cucumber (*Cucumis sativus* L.) using leaf length, width, and SPAD value. **Scientia Horticulture** 111: 330–334.
- Criley, R.A. and R.T. Watanabe. 1974. Response of chrysanthemum in four soilless media. **Horticultural Science** 9(4): 385–387.

- Culter, J.M. and D.W. Rain. 1974. Characterization of cadmium uptake by plant tissues. **Plant Physical** 54(1): 67–71.
- Erwin, J.E. and R.D. Heins. 1993. Temperature effects on bedding-plant growth. **Minnesota Commercial Flower Growers Association Bulletin** 42(3): 1–10.
- Fariduddin, Q., S. Hayat and A. Ahmad. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. **Photosynthetica** 41(2): 281–284.
- Frossard, E., P. Skrabal, S. Sinaj, F. Bangerter and O. Traore'. 2002. Forms and exchangeability of inorganic phosphate in composted solid organic wastes. **Nutrient Cycling in Agroecosystems** 62: 103–113.
- Ghai, N., R.C. Setia and N. Setia. 2002. Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. **Phytomorphology** 52: 83–87.
- Gomez, A. 1998. The evaluation of compost quality. **Trends in Analytical Chemistry** 17: 310–314.
- Gutierrez-Coronado, M.A., C. Trejo-Lopez and A. Larque-Saavedra. 1998. Effect of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. **Plant Physiology and Biochemistry** 36(8): 563–565.
- Harland, G and S. Larrinua. 2009. **The tomato**. A guide to the pleasures of choosing, growing and cooking. London.

- Hayat, S., S.A. Hasana, Q. Fariduddin and A. Aqil. 2008. Growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in response to salicylic acid under water stress. **Journal of Plant Interactions** 3(4): 297–304.
- He, Y., Y. Liu, W. Cao, M. Huai, B. Xu and B. Huang. 2005. Effect of Salicylic Acid on Heat Tolerance Associated with Antioxidant Metabolism in Kentucky Bluegrass. **Crop Science** 45(3): 988–995.
- Hellmann, B., L. Zelles, A. PalojaK rvi and Q. Bai. 1997. Emission of climate-relevant trace gases and succession of microbial communities during open–windrow composting. **Applied Environmental Microbiology** 63(3): 1011–1018.
- Herrera, F., J.E. Castillo, A.F. Chica and L. Lopez Bellido. 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. **Bioresource Technology** 99: 287–296.
- Hochmuth, G., D. Maynard, C. Vavrina and E. Hanlon. 1991. **Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida**, Florida.
- Hunt, R. 1978. **Plant Growth Analysis**. Edward Arnold Limited, London
- James, R. and R. E. Michael. 1914. **Growing Media for Container Production in a Greenhouse or Nursery Part I (Components and Mixes)**. University of Arkansas, United States.
- Johann, G.Z. 2007. Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. **European Journal of Soil Biology** 43: 332–336.

Jones, J.B., J.P. Jones, R.E. Stall and T.A. Zitter. 1991. **Compendium of Tomato Diseases.**

APS Press, Saint Paul, Minnesota, USA.

Karlsson, M. and R. Larson. 1994. **Light, Temperature and Carbon Dioxide.** In: Holcomb,

E.J. (ed.), *Bedding Plants IV*. Ball Publishing, Batavia, IL.

Khan, W., B. Prithviraj and D.L. Smith. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to

foliar application of salicylates. **Journal of Plant Physiology** 160: 485–492.

Lian, B., X. Zhou, M. Miransari and D.L. Smith. 2000. Effects of salicylic acid on the

development and root nodulation of soybean seedlings. **Journal of Agronomy and Crop Science** 185: 187–192.

Loake, G and M. Grant. 2007. Salicylic acid in plant defence—the players and protagonists.

**Current opinion in plant Biology** 10: 466–472.

Mandal S., N. Mallick and A. Mitra. 2009. Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium*

*oxysporum* f. sp. *Lycopersici* in tomato. **Plant Physiology and Biochemistry** 47(7): 642–649.

Marschner, H. 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press,

New York.

Mayers, C.N., K.C. Lee, C.A. Moore, S.M. Wong and J.P. Carr. 2004. Salicylic acid-induced

resistance to cucumber mosaic virus in squash and *Arabidopsis thaliana*: Contrasting Mechanism of Induction and Antiviral Action. **Molecular Plant-Microbe Interactions** 18(5): 428–434.

- McCann, I., E. Kee, J. Adkins, E. Ernest and J. Ernest. 2007. Effect of irrigation rate on yield of drip-irrigated seedless watermelon in a humid region. **Scientia Horticulturae** 113: 155–161.
- Meerow, A.W. 1994. **Coir (Coconut Mesocarp Pith) as a Peat Substitute. Coir dust, a Variable Alternative to Peat moss.** Available Source: <http://flrec.ifas.ufl.edu/COIR%20potential.htm>, 10 Jan 2003.
- Merck, KGaA. 2009. **Water and Food analytic.** Test kits, Instruments and Accessories, Germany.
- Mitchell, M.J., S.G. Hornor and B. I. Abrams. 1980. Decomposition of sewage sludge in drying beds and the potential role of the earthworm, *Eisenia foetida*. **Journal of Environmental Quality** 9(3): 373–378.
- Mobayen, R.G. 1980. Germination of citrus and tomato seeds in relation to temperature. **Journal of Horticultural Science** 55: 291–297.
- Moharekar, S.T., S.D. Lokhande, T. Hara, R. Tanaka, A. Tanaka and P.D. Chavan. 2003. Effect of salicylic acid on chlorophyll and carotenoid contents of wheat and moong seedlings. **Photosynthetica** 41(2): 315-317.
- Molinari, S and N. Baser. 2010. Induction of resistance to root-knot nematodes by SAR elicitors in tomato. **Crop Protection** 29: 1354–1362.
- Nelson, P.V. 1991. **Greenhouse operation and managment.** 4<sup>th</sup> ed Engewood Cliffs, N.J. Prentice Hall.

- Nikhil, H.J.M. 1981. Growth analysis of sweet pepper (*capsicum annum L.*) 2. Interacting effect of irradiance, temperature and plant age in controlled condition. **Annals of Botany** 48(2): 137–145.
- Ocean Agriculture. 2003. Canadian sphagnum. **Peat Moss**. Available Source: [http://www.oceanag.co.za/product\\_pages/specs/Peat\\_moss\\_Canadian\\_Sphagnum.htm](http://www.oceanag.co.za/product_pages/specs/Peat_moss_Canadian_Sphagnum.htm), 28 February 2012.
- Peng, S. 2000. Single-leaf and canopy photosynthesis of rice, pp. 213-228. *In* J.E. Sheeky, P.L. Mitchell and B. Hardy (eds.). Redesigning Rice photosynthesis to Increase Yield. IRRI, Manila.
- Perez, D.M and C.F. Ferre. 2010. Effect of composts in substrates on the growth of tomato transplants. **HortTechnology** 20(2): 361–367.
- Pfeeger, F.L. and S.L. Gould. 2001. **Damping-off of Seedling**. Available Source: <http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/DG1167.html>, June 5, 2010.
- Preedy, V.R. and R.R. Watson. 2008. **Tomatoes and Tomato Products**. Science Publishers. United States of America.
- Radwan, D.E.M., K.A. Fayez, S.Y. Mahmoud, A. Hamad and G. Lu. 2006. Salicylic acid alleviates growth inhibition and oxidative stress caused by zucchini yellow mosaic virus infection in *Cucurbita pepo* leaves. **Physiological and Molecular Plant Pathology** 69: 172–181.
- Radwan, D.E.M., K.A. Fayez, S.Y. Mahmoud, A. Hamad and G. Lu. 2007. Physiological and metabolic changes of *Cucurbita pepo* leaves in response to zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) infection and salicylic acid treatments. **Plant Physiological and Biochemistry** 45: 480–489.

- Radwan, D.E.M., G. Lu, K.A. Fayez and S.Y. Mahmoud. 2008. Protective action of salicylic acid against bean yellow mosaic virus infection in *Vicia faba* leaves. **Journal of Plant Physiology** 165: 845–857.
- Rajkumar, M., K.J. Lee and H. Freitas. 2008. Effects of chitin and salicylic acid on biological Control activity of *Pseudomonas spp.* against damping off of pepper. **South African Journal of Botany** 74: 268–273.
- Rakin, I. 1992. Role of salicylic in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 43: 439–463.
- Raviv, M., Y. Chen and Y. Inbar. 1986. The use of peat and composts as growth media for container -grown plants, in: Y. Chen, Y. Avnimelech (Eds.), *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*, Martinus Nijhoff Publ, Dordrecht, Netherlands.
- Rhoades, J.S. 1982. Soluble salt. pp.167–178. In A.L page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.) **Method of soil analysis Part 2**. America Society of Agronomy. Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, U.S.A.
- Rubatzky, V.E. and M. Yamaguchi. 1997. **World Vegetables: Principles, Production and Nutritive Values**. International Thomson publishing, New York.
- Saikia, R., T. Singh, R. Kumar, J. Srivastava, A.K. Srivastava, K. Singh and D.K Arora. 2003. Role of salicylic acid in systemic resistance induced by *Pseudomonas fluorescens* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* in chickpea. **Microbiological Research** 158: 203–213.

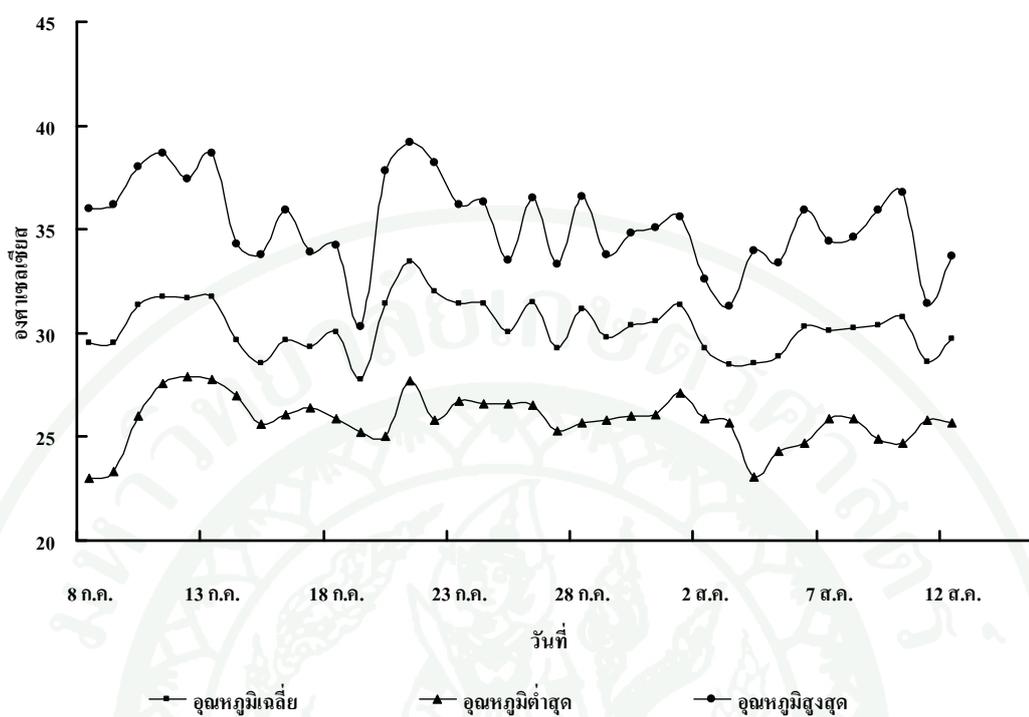
- Sakhabutdinova, A.R., D.R. Fatkhutdinova, M.V. Bezrukova and F.M. Shakirova. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat. **Bulgaria Journal Plant Physiology** 54: 314–319.
- Salehi, S., A. khamjehzadeh and F. Khorsandi. 2011. Growth of Tomato as Affected by Foliar Application of Salicylic Acid and Salinity. **American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science** 11(4): 564–567.
- Self, R.L. 1976. Potting mix studies analyzed in Alabama. **American Nurseryman** 144(3): 100–105.
- Senaratna, T., D.Touchell, E. Bunn and K. Dixon. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. **Plant Growth Regulation** 30: 157–161.
- Stevens, J., T.Senaratna and K. Sivasithamparam. 2006. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. **Plant Growth Regulation** 49: 77–83.
- Styer, R.C and D.S. Koranski. 1997. **Plug and Transplant Production a Grower's Guide**. Ball publishing, United States of America.
- Su, N. 1982. **The Recycling of Industrial Waste for Agriculture**. Food and Fertilizer Technology Center Extension Bul. No. 178, Taiwan.
- Sullivan, D.M. and R.O. Miller. 2011. Compost quality, attributed, measurement, and variability. In : P.J Stoffella and B.A. Kahn (eds. ). *Compost Utilization in Horticultural Cropping System*. Lewis Publ., Boca Raton.

- Szepesi, Á., J. Csiszár, S. Bajkán, K. Gémes, F. Horváth, L. Erdei, A. K. Deér, M. L. Simon and I. Tari. 2005. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt and osmotic stress. **Plant Physiology** 49: 123–125.
- Tari, I., Jo. Csiszar, G. Szalai, F. Horvath, A. Pcsvaradi, G. Kiss, A. Szepesi, M. Szabo and L. Erdei. 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid Pre-treatment. **Plant Physiology**. 46: 55–56.
- Tasgin, E., O. Atıcı, B. Nalbantoglu and L. P. Popova. 2006. Effect of salicylic acid and cold treatments on protein levels and on the activities of antioxidant enzymes in the apoplast of winter wheat leaves. **Photochemistry** 67: 710–715.
- Thomashow, L.S and D.M. Weller. 1996. Current concepts in the use of introduced bacteria for biological disease control: mechanisms and antifungal metabolites, pp. 187–235. *In*: Stacey, G., Keen, N.T. (Eds.), *Plant–Microbe Interactions*, vol. 1. Chapman & Hall, New York.
- Thompson, P.A. 1974. Characterization of the germination response to temperature of vegetable seeds. 1. Tomato. **Scientia Horticulturae** 2: 35–54.
- Tigchelaar, E.C. and J.S. Rios. 1996. Use of tomato fruit ripening mutants to enhance fruit storage life, pp.123-135 . *In* **tomato and pepper production in the tropic symposium**, Tainan, Taiwan 21-26 March 1996. Asian Vegetable Research Development Center, Taipei.
- Torres, E., A. Cid, C. Herrero and J. Abalde. 2000. Effect of cadmium on growth, ATP content, carbon fixation and ultrastructure in the marine diatom *Phaeodactylum tricoratum* Bohlin. **Water, Air, and Soil Pollution** 117: 1 –14.

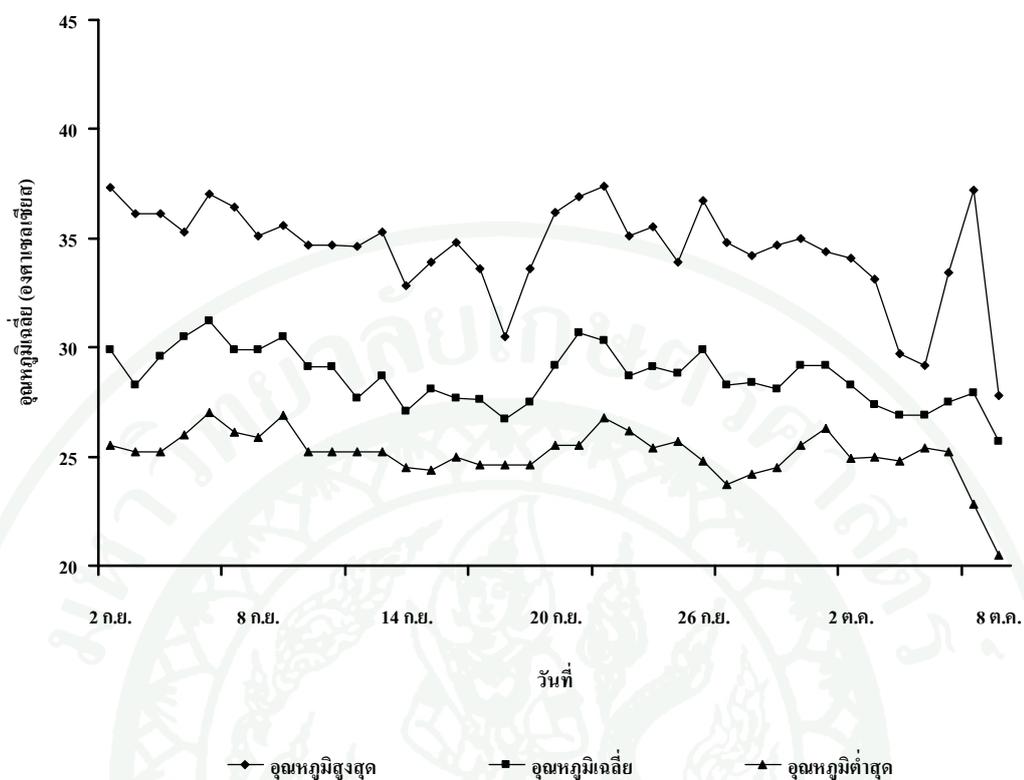
- Umebese C.E., T.O. Olatimilehin and T.A. Ogunsusi. 2009. Salicylic Acid Protects Nitrate Reductase Activity, Growth and Proline in Amaranth and Tomato Plants during Water Deficit. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences** 4 (3): 224–229.
- Weaver, J.E. and W.E. Bruner. 1927. **Root Development of Vegetable Crops**. 1st ed. McGraw-Hill Book. NY.
- White, J.W. 1974. Criteria of selection of growing media for greenhouse crop. **Florists Review**. 155 (74): 28 – 30.
- Yildirim, E., I. Guvenc and A. Karatas. 2006. Effect of different number foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of cucumber. VI. Turkey National Vegetable Symposium. 19-22 September, Kahramanmaras, Turkey.
- Yildirim, E., M. Turan and I. Guvenc. 2008. Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll and mineral content of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under salt stress. **Journal of Plant Nutrition** 31(3): 593-612.
- Yildirim, E. and A. Durssun. 2009. Effect of Foliar Salicylic Acid Applications on Plant Growth and Yield of Tomato under Greenhouse Conditions. **Acta Horticulturae** 807.
- Zahra.S., B. Amin, V.S.M. Ali, Y. Ali and Y. Mehdi. 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). **Journal of Biophysics and Structural Biology** 2(3): 35–41.
- Zahra.S., B. Amin and Y. Mehdi. 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*lycopersicum esculentum* Mill.) germination, growth and photosynthetic pigment under salinity stress (NaCl). **Journal of Stress Physiology and Biochemistry**. Vol. 6 No. 3.



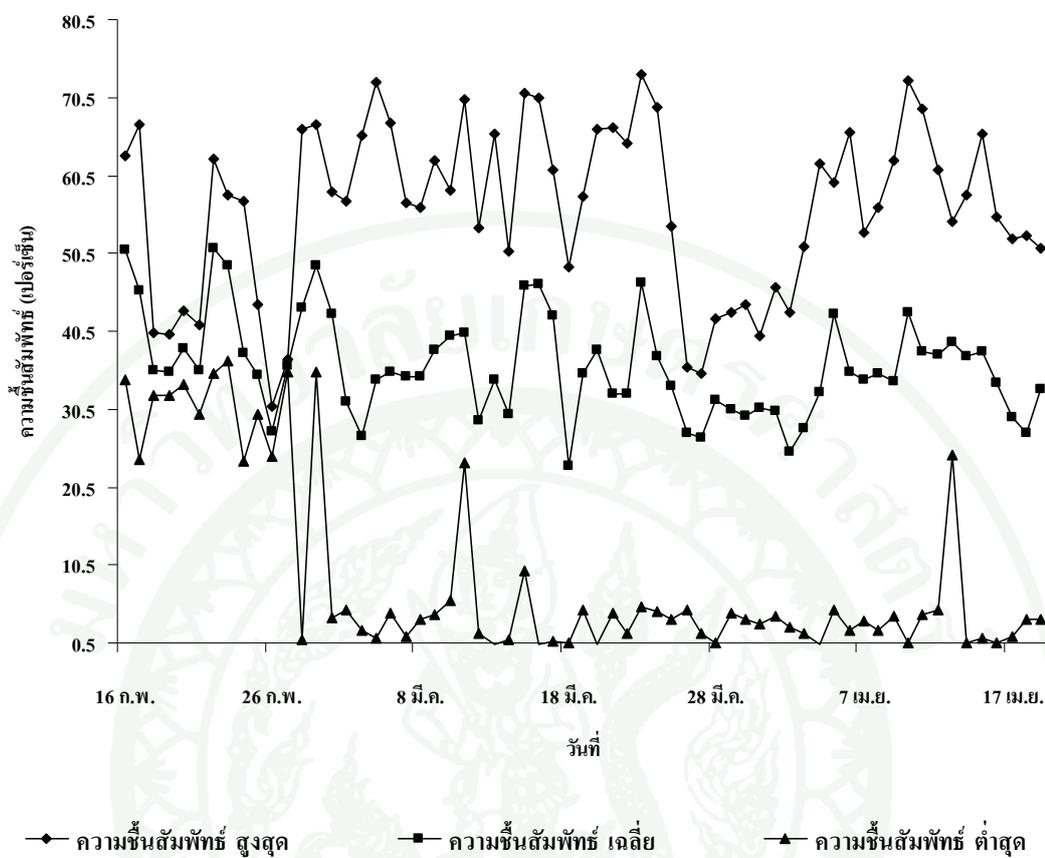
ภาคผนวก



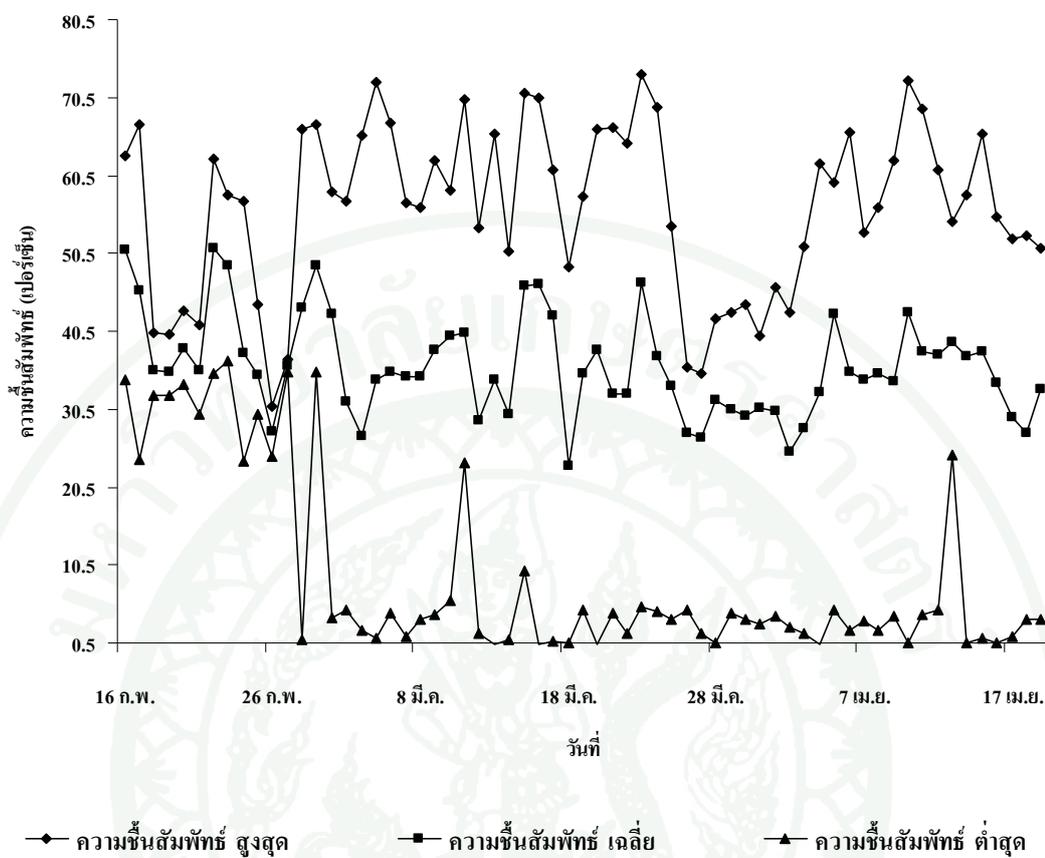
ภาพผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 8 กรกฎาคม ถึง 12 สิงหาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน



ภาพผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 2 กันยายน ถึง 2 ตุลาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน



ภาพผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ถึง 19 เมษายน 2554 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน



ภาพผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ ต่ำสุด สูงสุดและเฉลี่ยระหว่างวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ถึง 19 เมษายน 2554 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายเหนียวคำ คำมินาที
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2520
สถานที่เกิด	นครหลวงเวียงจันทน์
ประวัติการศึกษา	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พ.ศ.2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตรเกษตร) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว
ทุนที่ได้รับ	สำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ ไทย-ลาว (Thailand International Development Cooperation Agency, TICA)
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	รางวัลชมเชยประเภทโปสเตอร์เรื่อง ผลของวัสดุปลูกอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ ในงานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 10
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานเกษตรจังหวัดนครหลวงเวียงจันทน์ กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 44 บ้านหัวเชียง เมืองไซธานี นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว