



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ประสิทธิภาพสารอาหารให้พืชทางใบเพื่อใช้กับพืชเศรษฐกิจ

Efficiency of Foliar Nutrient Delivery to Plants for
Economic Crops

โดย

จักรพงษ์ ไชยวงศ์ และคณะ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2567

รหัสโครงการวิจัย: ปุ๋ยดีการเกษตร-67-001



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง ประสิทธิภาพสารอาหารให้พืชทางใบมาเพื่อใช้กับพืชเศรษฐกิจ
Efficiency of Foliar Nutrient Delivery to Plants for Economic Crops

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2567
จำนวน 700,000 บาท

หัวหน้าโครงการ จักรพงษ์ ไชยวงศ์
ผู้ร่วมโครงการ จีราภรณ์ อินทสาร
 วาสนา วิรุณรัตน์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
30/11/2567

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพสารอาหารให้พืชทางใบมาเพื่อใช้กับพืชเศรษฐกิจ (Efficiency of Foliar Nutrient Delivery to Plants for Economic Crops) ได้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับทุนอุดหนุนจากบริษัทปุ๋ยดีการเกษตรจำกัด ประจำปีงบประมาณ 2567 ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ดำเนินงานที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์เรื่องสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	จ
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลการวิจัย	34
วิจารณ์ผลการวิจัย	71
สรุปผลการวิจัย	75
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก	88

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 วันที่เพาะเมล็ดย้ายต้นกล้าใส่รางปลูกและเก็บเกี่ยวของผักสลัด	24
ตารางที่ 2 กรรมวิธีการทดลอง ครั้งที่ 1 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์	25
ตารางที่ 3 กรรมวิธีการทดลองครั้งที่ 2 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์	26
ตารางที่ 4 กรรมวิธีการทดลองครั้งที่ 3 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์	27
ตารางที่ 5 กรรมวิธีการทดลองครั้งที่ 4 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์	27
ตารางที่ 6 กรรมวิธีการทดลองภายใต้สภาพโรงเรือนโรงเรือนของพริกแดงจินดา	29
ตารางที่ 7 ปัจจัยต่างๆ ในการวางแผนการทดลอง แบบ Factorial Design (5x2x3x4)	31
ตารางที่ 8 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดกรีนโอ๊คในการทดลองครั้งที่ 1	35
ตารางที่ 9 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดคอสมอสในการทดลองครั้งที่ 1	36
ตารางที่ 10 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดกรีนโอ๊คในการทดลองครั้งที่ 2	38
ตารางที่ 11 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดคอสมอสในการทดลองครั้งที่ 2	39
ตารางที่ 12 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดกรีนโอ๊คในการทดลองครั้งที่ 3	41
ตารางที่ 13 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดคอสมอสในการทดลองครั้งที่ 3	43
ตารางที่ 14 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดกรีนโอ๊คในการทดลองครั้งที่ 4	45
ตารางที่ 15 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัดคอสมอสในการทดลองครั้งที่ 4	46
ตารางที่ 16 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นพริกตามกรรมวิธีการทดลอง	48
ตารางที่ 17 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มของต้นพริกตามกรรมวิธีการทดลอง	49
ตารางที่ 18 การเจริญเติบโตด้านความเขียวของใบพริกแดงจินดาที่อายุ 14, 28 และ 42 วัน	51
ตารางที่ 19 การเจริญเติบโตด้านความเขียวของใบพริกแดงจินดาที่อายุ 42, 56 และ 70 วัน	51
ตารางที่ 20 ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกแดงจินดา ในวันที่ 6 กรกฎาคม 2567	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 21	ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกจินดาแดง ในวันที่ 20 กรกฎาคม 2567	53
ตารางที่ 22	ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกแดงจินดาในวันที่ 3 สิงหาคม 2567	54
ตารางที่ 23	ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อความสูงของต้นกาแฟ	56
ตารางที่ 24	ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อขนาดของลำต้นกาแฟ	59
ตารางที่ 25	ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อขนาดของทรงพุ่มกาแฟ	63
ตารางที่ 26	ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อความเขียวใบกาแฟ	68
ตารางที่ 27	ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อความเขียวใบกาแฟ (ต่อ)	69

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แผนผังการทดลองครั้งที่ 1 ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนของ ผักสลัด 2 สายพันธุ์	25
ภาพที่ 2 แผนผังการทดลองครั้งที่ 2 ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนของ ผักสลัด 2 สายพันธุ์	26
ภาพที่ 3 แผนผังการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพ โรงเรือนของผักสลัด 2 สายพันธุ์	27
ภาพที่ 4 ผักสลัดในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนอาคารปฏิบัติการและ ฝึกอบรมทางดินและปุ๋ยชั้นสูง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้	28
ภาพที่ 5 ระบบ Nutrient Film Technique : NFT	28
ภาพที่ 6 การเพาะกล้าผักสลัด	28
ภาพที่ 7 แผนผังการทดลองในพริกแดงจินดาภายใต้สภาพโรงเรือน	30
ภาพที่ 8 พริกแดงจินดาในสภาพโรงเรือน อาคารปฏิบัติการและฝึกอบรมทางดินและปุ๋ย ชั้นสูงคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่	30
ภาพที่ 9 การวัดขนาดทรงพุ่มและความยาวของผลพริกจินดาแดง	31
ภาพที่ 10 แปลงทดลองกาแฟ ณ ศูนย์วิจัยสาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัด เชียงใหม่(กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า)	32
ภาพที่ 11 แผนผังการทดลองในแปลงปลูกกาแฟ	32
ภาพที่ 12 ความสูงต้นกาแฟและการค่าความเขียวใบ	33
ภาพที่ 13 ลักษณะของผักสลัดกรีนโอ๊คในระบบ Hydroponic ตามกรรมวิธีต่างๆ ภายใต้สภาพโรงเรือนในการทดลองครั้งที่ 1	35
ภาพที่ 14 ลักษณะของผักสลัดคอสในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตาม กรรมวิธีต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 1	37
ภาพที่ 15 ลักษณะของผักสลัดกรีนโอ๊คในระบบ Hydroponic ตามกรรมวิธีต่างๆ ภายใต้ สภาพ โรงเรือนในการทดลองครั้งที่ 2	38
ภาพที่ 16 ลักษณะของผักสลัดคอสในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตามกรรมวิธี ต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 2	40
ภาพที่ 17 ลักษณะของผักสลัดกรีนโอ๊คในระบบ Hydroponic ตามกรรมวิธีต่างๆ ภายใต้ สภาพโรงเรือนในการทดลองครั้งที่ 4	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 18 ลักษณะของผักสลัดคอสในระบบ Hydroponic ตามกรรมวิธีต่างๆ ภายใต้สภาพโรงเรือนในการทดลองครั้งที่ 4	43
ภาพที่ 19 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นพริก	45
ภาพที่ 20 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มของต้นพริก	47
ภาพที่ 21 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นพริก	48
ภาพที่ 22 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มของต้นพริก	50
ภาพที่ 23 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นกาดำ	57
ภาพที่ 24 การเจริญเติบโตด้านขนาดลำต้นของต้นกาดำ	60
ภาพที่ 25 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มทึบหน่อ-ใต้ของต้นกาดำ	64
ภาพที่ 26 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มทึบหน่อ-ตะวันตกของต้นกาดำ	64
ภาพที่ 27 การเจริญเติบโตด้านขนาดลำต้นของต้นกาดำ	70

ประสิทธิภาพสารอาหารให้พืชทางใบมาเพื่อใช้กับพืชเศรษฐกิจ Efficiency of Foliar Nutrient Delivery to Plants for Economic Crops

จักรพงษ์ ไชยวงศ์¹ จีราภรณ์ อินทสาร¹ และวาสนา วิรุณรัตน์¹
Chackapong Chaiwong¹, Jiraporn Inthasarn¹, and Vassana Viroonrat¹

¹ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ "ช.ช้าง" ซึ่งประกอบด้วย Humic acid, Phenolic acids, Citric acid, Amino acids และ Growth hormone ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลากหลายชนิดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยได้ดำเนินการทดลองในพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักสลัด (Green oak และ Cos) ในระบบไฮโดรโปนิคส์, พริกแดงจินดาในโรงเรือน และกาแฟโรบัสตาในแปลงกลางแจ้ง ภายใต้การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมในแต่ละกรณี โดยมีผลการศึกษาดังนี้: การทดลองที่ 1: ผักสลัดในระบบไฮโดรโปนิคส์ การทดลองดำเนินการใน 4 ฤดูกาล โดยเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย A และ B ร่วมกับ ช.ช้าง ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าการใช้ปุ๋ย 100% ให้ผลผลิตสูงสุดในด้านน้ำหนักและขนาดทรงพุ่มของผักทั้งสองสายพันธุ์ อย่างไรก็ตาม การลดปุ๋ยลง 25-50% และเสริมด้วย ช.ช้าง 25-50% สามารถรักษาคุณภาพผลผลิตได้ดี โดยเฉพาะในฤดูฝนและปลายฤดูฝน ซึ่งการพ่นทางใบให้ผลดีกว่าการใช้สารละลาย การทดลองที่ 2: พริกแดงจินดาในโรงเรือน การทดลองนี้เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย 13-13-21 ในอัตราต่างๆ ร่วมกับการพ่น ช.ช้าง พบว่าการใช้ปุ๋ยเต็มอัตรา (14 กรัม/ต้น) ร่วมกับการพ่น ช.ช้าง ให้ผลผลิตสูงสุดในด้านน้ำหนักผล ความยาวผล และขนาดผล อย่างไรก็ตาม การลดปุ๋ยลง 25% (10.5 กรัม/ต้น) และพ่น ช.ช้าง ทุก 7 วัน สามารถลดต้นทุนโดยไม่กระทบต่อคุณภาพผลผลิตมากนัก การทดลองที่ 3: กาแฟโรบัสตาในแปลงกลางแจ้ง การทดลองนี้ศึกษาผลของ ช.ช้าง ต่อกาแฟโรบัสตา 5 สายพันธุ์ ภายใต้ระดับแสงที่แตกต่างกัน (20-80%) และความถี่ในการพ่น (ทุก 15 และ 30 วัน) พบว่าสายพันธุ์ที่ 3 และ 5 ตอบสนองต่อการใช้ ช.ช้าง ได้ดีที่สุด โดยการพ่น ช.ช้าง อัตรา 20 มล. ทุก 15 วัน ในพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% ให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตของต้นที่ดีที่สุด จากผลการศึกษารูปได้ว่าการใช้ ช.ช้าง ร่วมกับปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชได้ในหลากหลายสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะในกรณีที่ลดปริมาณปุ๋ยลงเพื่อประหยัดต้นทุนนอกจากนี้ ช.ช้าง ยังช่วยเพิ่มความเขียวใบและความแข็งแรงของพืชในทุกการทดลอง อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อเนื่องเกี่ยวกับผลระยะยาวของ ช.ช้าง ต่อคุณภาพดินและผลผลิตรวมถึงการพัฒนาสูตรเฉพาะสำหรับพืชแต่ละชนิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ: ช.ช้าง, Humic acid, Growth hormone, ผักสลัด, พริกแดงจินดา, กาแฟโรบัสตา

Abstract

This study aims to evaluate the effects of the foliar plant nutrient product "Chor Chang," which contains Humic acid, Phenolic acids, Citric acid, Amino acids, and Growth hormone, on the growth and yield of various plants under different environmental conditions. The experiments were conducted on three types of plants: lettuce (Green Oak and Cos) in a hydroponic system, Janda red chili in a greenhouse, and Robusta coffee in an open field. Each experiment was designed appropriately for its specific conditions, with the findings summarized as follows: Experiment 1: Lettuce in a hydroponic system. The experiment was conducted over four seasons, comparing the use of fertilizers A and B combined with Chor Chang at varying ratios. It was found that using 100% fertilizer resulted in the highest yield in terms of weight and canopy size for both lettuce varieties. However, reducing fertilizer by 25-50% and supplementing with 25-50% Chor Chang maintained good yield quality, particularly during the rainy season and late rainy season, where foliar application proved more effective than using a solution. Experiment 2: Janda red chili in a greenhouse. This experiment compared the use of 13-13-21 fertilizer at different rates combined with foliar application of Chor Chang. The results showed that applying the full fertilizer rate (14 grams/plant) along with Chor Chang spraying produced the highest yield in terms of fruit weight, length, and size. However, reducing the fertilizer rate by 25% (10.5 grams/plant) and spraying Chor Chang every 7 days reduced costs without significantly affecting yield quality. Experiment 3: Robusta coffee in an open field. This experiment studied the effects of Chor Chang on five Robusta coffee varieties under different light levels (20-80%) and spraying frequencies (every 15 and 30 days). Varieties 3 and 5 responded best to Chor Chang application. Spraying Chor Chang at a rate of 20 ml every 15 days in areas receiving 40% light resulted in the best growth and yield. The study concludes that using Chor Chang in combination with fertilizers at appropriate rates can enhance plant growth and yield efficiency across various environments, especially when reducing fertilizer amounts to save costs. Additionally, Chor Chang improved leaf greenness and plant vigor in all experiments. However, further studies are recommended to investigate the long-term effects of Chor Chang on soil quality and overall yield, as well as to develop specific formulations tailored to each plant type for maximum efficiency.

Keywords: Chor Chang, Humic acid, Growth hormone, lettuce, Janda red chili, Robusta coffee

คำนำ

หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ในภาคการเกษตรเป็นทั้งผู้ผลิตและส่งออกสินค้าเกษตร เนื่องจากภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงทำให้มีอากาศที่ร้อนจัดและแห้งแล้ง บางพื้นที่เกิดฝนตกทิ้งช่วง ส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืช และต่อความต้องการสินค้าทางการเกษตรที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการทำเกษตรแบบดั้งเดิม โดยการประยุกต์ใช้นวัตกรรมทางการเกษตรมาใช้เป็นกลไกในการพัฒนาเศรษฐกิจ ความมั่นคงทางอาหาร และการปรับเปลี่ยนการผลิตพืชในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม รวมถึงขั้นตอนการดูแลต้นพืชตั้งแต่การเพาะปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต กรดอะมิโนเป็นสารเร่งเชิงชีวภาพ (biostimulants) ที่ทำหน้าที่ช่วยให้รากดูดซึมธาตุอาหารได้มากขึ้น สามารถปรับปรุงกระบวนการทางสรีระของพืช ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตโดยดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายทั้งทางราก ทางเซลล์ใบ และลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกพืช ซึ่งเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการทำเกษตรสมัยใหม่ (พงษ์เพชร และคณะ, 2567) ผักกาดหอมเป็นผักกินใบ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และผลผลิตที่มีคุณภาพ จึงมีการฉีดพ่นสารอาหารทางใบในกรณีที่ต้องการให้ธาตุอาหารแก่พืชซึ่งได้ผลรวดเร็วกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน (จันทนิภา และคณะ, 2556) เนื่องจากพืชกินใบมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทางดินสูงซึ่งทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดการสะสมของไนเตรต ซึ่งการใช้กรดอะมิโนเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับดูดซึม และยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากและลำต้นพืช (Noroozlo et al., 2019) การใช้ปุ๋ยอะมิโนทางใบช่วยเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศ ค่าดัชนีความเขียวใบ จำนวนกิ่งแขนง น้ำหนักแห้งของลำต้น และความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน โดยเฉพาะการให้ปุ๋ยทางใบเหมาะสมภายใต้สภาพที่ดินที่เป็นด่าง (Souri et al., 2017) การฉีดพ่นปุ๋ยน้ำที่มีธาตุอาหารหลักทางใบ พร้อมกับติดตามการสังเคราะห์แสงในทุกระยะการเจริญเติบโต พบว่า การใช้ปุ๋ยทางใบช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืช การเปิดปิดปากใบ และช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวญี่ปุ่น ร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทางดินตามค่าการวิเคราะห์ดิน (Song et al., 2024) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในกระบวนการผลิต นอกจากนั้นยังเพื่อเป็นการทดสอบ และยืนยันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ให้ตอบสนองความต้องการปัจจุบัน คือ สามารถใช้ได้พืชทุกชนิด ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารอาหารพืชทางใบต่อการเจริญเติบโตของพืชผักในระบบ Hydroponic
2. เพื่อศึกษาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้สารอาหารพืชทางราก-ใบ เพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชผักในระบบ Hydroponic
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของ ช.ช่วง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพริกแดงจินดา
4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของ ช.ช่วง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกาแฟสภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งภายใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

วิธีการที่เหมาะสมในการใช้สารอาหารให้พืชทางใบเพื่อใช้กับพืชเศรษฐกิจปลูกไร้ดินทั้งในระบบ hydroponic และพื้นที่แปลงเกษตร

ตรวจเอกสาร

การใช้ปุ๋ยทางใบ

ปุ๋ยทางใบ หมายถึง การให้ปุ๋ยพืชทางส่วนเหนือดิน โดนนำปุ๋ยที่มีสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลว มาเตรียมเป็นสารละลายที่เจือจาง เพื่อฉีดพ่นสารละลายไปยังลำต้น และใบของพืช เพื่อให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ ในรูปของไอออนและโมเลกุลขนาดเล็ก โดยพืชจะดูดซึมธาตุอาหารจากสารละลายจากผิวใบ และรอยแตกของคิวติเคิล ปากใบ ผิวของเส้นใบ บริเวณฐานขนใบ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เท่ากัน เกิดการสูญเสียน้อยกว่าทางดิน 50-70 % (วาสนา, 2553) โดยพืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการที่แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ความเข้มข้นของสารละลาย ระยะเวลาการฉีดพ่น (Anatalia et al., 2021) การให้ปุ๋ยทางใบเป็นวิธีการที่เห็นผลได้ดีและเห็นผลได้รวดเร็ว ซึ่งช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นได้อย่างเพียงพอ ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพและได้ปริมาณสูงขึ้น และยังช่วยส่งเสริมการให้ธาตุอาหารทางดิน ในดินที่มีการขาดแคลนธาตุอาหารจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หากต้องการให้ปุ๋ยทางใบอย่างมีประสิทธิภาพสูงควรต้องใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) หรือสารจับใบ เป็นสารประกอบที่ทำให้แรงตึงผิวของเหลวลดลง ช่วยในเรื่องการกระจายตัวของของเหลว และเพิ่มการซึมผ่านช่องขนาดเล็กได้ดี ปัจจุบันมีกระปรุกยูกติ์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ควบคุมโรคพืช ควบคุมแมลงและศัตรูสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเกษตร นำมาเป็นสารเพิ่มการละลายร่วมกับผลิตภัณฑ์ต่างๆ (ธรรมธวัช และคณะ, 2566) แต่ใบพืชจะทนความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยทางใบได้ไม่สูง การใช้ปุ๋ยทางใบจึงเหมาะกับการใช้ธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณต่ำ เพื่อช่วยแก้ปัญหาการขาดธาตุอาหารทางดินในระยะยาว (อรรถศิษฐ์, 2557)

วัตถุประสงค์ของการให้ปุ๋ยทางใบเพื่อเสริมการให้ปุ๋ยทางดินมี 2 กรณี

1. เมื่อพบว่าในดินมีธาตุอาหารไม่เพียงพอทำให้พืชเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ การใส่ปุ๋ยทางดินร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบ จะช่วยในให้พืชเจริญเติบโตได้ตามปกติได้เร็วกว่าการให้ปุ๋ยทางดินเพียงอย่างเดียว
2. การฉีดพ่นปุ๋ยฟอสฟอรัสทางใบ ช่วยเสริมความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบพืชให้อยู่ในระดับปกติ เนื่องจากการใส่ปุ๋ยทางดินพบความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบพืชต่ำ ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลผลิต

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซึมธาตุอาหารทางใบ

1. ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ แสง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการดูดซึมธาตุอาหาร มีผลต่อการพัฒนาของใบและการสะสมของคิวตินบนผิวใบ และมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช
1. อายุใบ ลักษณะของผิวใบ และพันธุ์พืช พืชที่มีอายุน้อยการสะสมของไข เคลือบผิว และผิวเคลือบคิวตินยังไม่หนามากนัก การดูดปุ๋ยทางใบจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าใบที่เสื่อมตามอายุ

ธาตุอาหารจึงเคลื่อนที่ผ่านได้เร็วกว่าใบแก่ และอัตราการดูดธาตุอาหารทางใบในพืชต่างชนิดมีความแตกต่างกันด้วย

2. ระดับของธาตุอาหารในพืช มีผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารบางธาตุ เช่น เมื่อให้สารละลายธาตุอาหาร ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และไนโตรเจนทางใบ เท่ากัน ใบพืชดูดฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมได้ มากกว่าไนโตรเจน

3. องค์ประกอบของปุ๋ยและความเข้มข้น ความเป็นกรดเป็นด่าง และรูปของสารเคมีที่ให้ทางใบ

4. สารเสริมประสิทธิภาพ (adjuvants) สารเสริมประสิทธิภาพต้องมีสมบัติเป็นสารจับใบ เพราะสารจับใบช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำ ช่วยเพิ่มการแพร่กระจายของสารละลายกับผิวใบทางให้เพิ่ม พื้นที่ผิวสัมผัส

รูปของธาตุอาหารที่ใช้เป็นปุ๋ยทางใบ

ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นเกลือของธาตุอาหารรอง และจุลธาตุในรูปต่าง ๆ เป็นปุ๋ยที่มี ราคาถูก ละลายน้ำได้ง่าย สามารถแก้ไขปัญหการขาดแคลนธาตุอาหารรอง และจุลธาตุได้ ได้แก่ เกลือซัลเฟต เช่น แคลเซียมไนเตรท แมกนีเซียมซัลเฟต เหล็กซัลเฟต แมงกานีสซัลเฟต ทองแดงซัลเฟต และสังกะสีซัลเฟต การทดลองใช้สารละลายแคลเซียมไนเตรท

ปุ๋ยคีเลต การใช้ปุ๋ยในรูปคีเลตพืชจะใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าในรูปเกลืออนินทรีย์ เนื่องจาก ธาตุอาหารไม่ตกตะกอน และการที่อยู่ในสภาพเป็นกลางจะไม่เกิดปัญหาในการซึมผ่าน ลดปัญหาการ แก่งแย่งการดูดใช้ของพืช คีเลตที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดี เพราะเมื่อคีเลตถูกพืชดูดซึมเข้าไปแล้ว ธาตุอาหาร เสริมเหล่านั้นควรจะแตกตัวให้พืชดูดซึมไปใช้งานได้จึงจะเรียกว่าเป็นคีเลตที่ดี

ชนิดของปุ๋ยคีเลต

คีเลตสังเคราะห์ (synthetic chelate) ในประเทศไทยมีหลายรูปด้วยกัน เช่น Fe-EDTA Fe-EDDHA และZn-EDTA โดยชนิดของคีเลต เกิดจากการจับตัวกันของสารคีเลตกับไอออนของโลหะ ได้มีการนำคีเลตสังเคราะห์ในรูปต่าง ๆ มาใช้ เป็นปุ๋ยทางใบ อย่างแพร่หลาย

คีเลตกรดอะมิโน (amino acid chelate) ผลิตด้วยสารคีเลตจากธรรมชาติ เป็นสารคีเลต ในโครงสร้างของกรดอะมิโน เช่น ไกลซีน เป็นกรดอะมิโนที่มีโครงสร้างอย่างง่าย สามารถซึมผ่านช่องเปิดของใบเข้าไปในเซลล์พืชได้ง่าย แตกตัวได้ง่าย การใช้ของพืชมีประสิทธิภาพสูง (วาสนา , 2553)

สารประกอบอินทรีย์

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารประกอบที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งมีพันธะโควาเลนต์กับอะตอมอื่น เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน หรือไนโตรเจน สารประกอบเหล่านี้เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต มีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวภาพ แบ่งออกได้เป็น เมแทบอลไลต์ปฐมภูมิ (primary metabolites) เมแทบอลไลต์ทุติยภูมิ (secondary metabolites) และแบ่งออก

เพิ่มได้เป็นสารประกอบที่ระเหยได้ และระเหยไม่ได้ ซึ่งความจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์สารอินทรีย์จะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนไดโตรเจน และกำมะถันในพืช มาเป็นน้ำตาล กรดอะมิโน กรดคาร์บอกซิลิก ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้น และสารยับยั้ง รวมทั้ง ช่วยเพิ่มปริมาณสารอาหารในดินและจุลินทรีย์ในราก ทำให้มีสารอาหารและพลังงานที่พร้อมใช้สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น กรดมาลิก และกรดฟูมาริก (Hathurusinghe et al., 2024)

สารเพิ่มประสิทธิภาพจากสารสกัดจากธรรมชาติ

การผลิตกรดซิตริก

กรดซิตริก เป็นกรดอินทรีย์ที่พบในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ได้แก่พืชตระกูลส้ม มะนาวมีกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบ 7-9 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันกรดซิตริกส่วนใหญ่ผลิตจากเชื้อรา *Aspergillus niger* โดยวิธีการหมัก เป็นของแข็งผลึกสีขาวไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายได้ดีในน้ำและเอทานอล รักษาผิวสัมผัสของผักผลไม้ ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้อาหารและเครื่องสำอางคงสภาพ ไม่เน่าเสีย ในทางการเกษตรถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในน้ำหมักชีวภาพ ฉีดพ่น เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราในพืช กรดซิตริกยังถูกใช้ในด้านสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นสารที่สามารถช่วยกำจัดโลหะหนักในดินได้ (Anande et al., 2024) นอกจากนี้ยังพบว่ากรดซิตริกยังช่วยเพิ่มความทนทานต่อความเค็มในพืชได้โดยการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของใบ รวมถึงปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และโพแทสเซียมในต้นปาล์มได้ (Hajaji et al., 2024) อุตสาหกรรมการเกษตรนิยมนำกรดซิตริกมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมในปุ๋ยน้ำหรือฮอร์โมนพืช เพื่อละลายไขมันที่เคลือบผิวใบ ทำให้สามารถดูดซึมสารต่างๆ ผ่านใบได้มากขึ้น หรือการใช้เป็นส่วนผสมในน้ำหมักชีวภาพ สำหรับฉีดพ่น เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราในพืช ดังารทดลองของ (Mansour et al., 2008) ได้ทำการฉีดพ่น สารอาหาร N, P, K, Zn, Fe, Mn ร่วมกับกรดซิตริก ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มพื้นที่ใบ ผลผลิตและคุณภาพผลแพร์พันธุ์ Le-Conte ได้ ในการทดลองของ (Guner et al., 2012) ทำการฉีดพ่นกรดซิตริกที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (0.05% และ 0.1%) บนใบของใบของส้มวาเลนเซียและมะนาวอินเตอร์ไดนาต พบว่าช่วยเพิ่มความกว้างของใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักผลผลิตทั้งส้มวาเลนเซียและมะนาวอินเตอร์ไดนาต

สารประกอบฟีนอลิก Phenolic compounds

สารประกอบฟีนอลิก จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ตามธรรมชาติในพืชหลากหลายชนิด และมีความสำคัญทั้งในด้านสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของพืช สารฟีนอลิกมีบทบาทในเรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืช โดยช่วยปกป้องพืชจากเชื้อโรคและน้ำล่า นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในเรื่องของคุณภาพของผัก ผลไม้ (Balasundram et al., 2006) เช่น สี กลิ่นรสชาติ และความทนทานต่อความเครียด (Zhang et al., 2022) ฟีนอลิกบางชนิดพบได้ทั่วไป ขณะที่บางชนิดพบได้ในพืชจำเพาะในบางวงศ์ หรือพบเฉพาะในบางส่วนของพืชในระยะเวลาพัฒนาที่เฉพาะเจาะจง เช่น แอนโธไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุในพืชที่มีสีแดงและสีน้ำเงิน สามารถพบได้

ในดอกไม้และผลไม้สุก ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญในการช่วยดึงดูดแมลงผสมเกสรและช่วยในการผสมเกสร และยัง能够帮助ปกป้องใบอ่อนจากการทำลายของแสง ส่งเสริมการเจริญเติบโต และแอนโทไซยานินบนใบยังช่วยป้องกันใบอ่อนจากแมลงกินพืช (Kumar et al., 2020)

กรดฮิวมิก (Humic Acids)

กรดฮิวมิก เป็นสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ประกอบด้วยสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กหลายชนิด (heterogeneous organic molecules) มาประกอบกัน ในดินสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สารฮิวมิก (humic substances) มีโครงสร้างสลับซับซ้อน ทนทานต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ โครงสร้างหลักประกอบด้วย สารประกอบอะโรมาติก และมีโปรตีนเพปไทด์ สารที่ไม่ใช่ฮิวมิก (nonhumic substances) ซึ่งมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน สลายได้ง่าย ได้แก่ พวกรูปไฮเดรต ลิพิด โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ พบในดินปริมาณมาก (ลาตีปะห์, 2560) และประกอบไปด้วย องค์ประกอบหลัก 3 ชนิด คือ กรดฮิวมิก (humic acid) กรดฟุลวิก (fulvic acid) ฮิวมิน (humins) ได้จากการย่อยเศษซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ประมาณ 60% ของอินทรีย์วัตถุในดินเป็นสารฮิวมิก การทดลองของ (บุญร่วม, 2555) ฉีดพ่นกรดอินทรีย์ฮิวมิกให้ต้นมะกอกโอลีฟ เพิ่มการสะสมธาตุอาหารของฟอสฟอรัสกับโพแทสเซียมในใบ และเพิ่มการแตกกิ่งได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (Hameeda et al., 2018) ฉีดพ่นกรดฮิวมิก 10% ร่วมกับปุ๋ยทางใบที่มีธาตุอาหารหลายชนิดกับต้นส้ม 3 ครั้ง ทำให้ผลผลิตส้มเพิ่มขึ้น ดีต่อระยะการเจริญเติบโตของต้นส้ม ได้แก่ ก่อนออกดอก ติดผล และสุกแก่ของผล มีประสิทธิภาพสูงสุดและส่งผลให้เกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืช ได้แก่ ความสูงของต้น ปริมาณการแผ่ขยายของทรงพุ่ม ปริมาณธาตุอาหารในใบ และคุณลักษณะการแลกเปลี่ยนก๊าซต่างๆ เพิ่มขึ้น (Abdel-Sattar et al., 2018) การใช้สารกระตุ้นชีวภาพ ได้แก่ กรดฮิวมิก สารสกัดจากสาหร่ายทะเล ร่วมกับน้ำส้มสายชูหมักจากไม้ ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในการปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของผลมะม่วง

ประโยชน์ของกรดฮิวมิก

1. เพิ่มการดูดซึมสารอาหาร
2. เพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำในดิน
3. ปรับปรุงโครงสร้างโดยรวมของดิน
4. กระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์
5. ควบคุมค่า pH ของดิน
6. กำจัดสารพิษออกจากดิน
7. ช่วยลดอาการใบเหลืองของธาตุเหล็กโดยเพิ่มการดูดซึมธาตุเหล็ก
8. ปรับปรุงสุขภาพโดยรวมของพืช ช่วยให้พืชต้านทานศัตรูและโรคได้ดีขึ้น
9. กระตุ้นการเจริญเติบโตของราก ซึ่งจะเพิ่มปริมาณผลผลิต
10. เพิ่มการออก ของเมล็ด (วาสนา, 2553)

กรดอะมิโน (Amino Acids)

กรดอะมิโน (Amino acid) คือ สารประกอบอินทรีย์ซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันทำหน้าที่ 2 แบบ ได้แก่ หมู่อะมิโน (amino group) และหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxylic group) ในสิ่งมีชีวิตมีกรดอะมิโน 20 ชนิด แต่มีมากกว่า 250 ชนิด ที่ทำหน้าที่ต่างๆในพืช เช่น เป็นแหล่งของไนโตรเจน มี

องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนที่ใช้ในการกระตุ้นเมแทบอลิซึมของเซลล์ ซึ่งทำให้รากพืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้มากขึ้น พืชทนต่อความเครียดเกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป ทนต่อความเค็ม การขาดน้ำ และโรค (ยงยุทธ, 2557) นอกจากนี้ยังเป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมน (Alfosea-Simón et al., 2020) กรดอะมิโนถูกนำมาใช้เป็นสารเร่งเชิงชีวภาพ (Biostimulants) ประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและชนิดของกรดอะมิโนที่สกัดได้จากโปรตีนที่ถูกย่อยด้วยปฏิกิริยาแยกสลายด้วยน้ำ (Hydrolysis) จึงสามารถนำกรดอะมิโนมาใช้ประโยชน์กับพืชในทางด้านการเกษตร พบว่ามีผลช่วยในการส่งเสริมการดูดซึมธาตุอาหารและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารหลัก และจุลธาตุ ทำปฏิกิริยาเคมีเลชันกับไอออนของโลหะได้คิเลตที่เซลล์พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายทั้งทางรากและเซลล์ใบ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลผลิต เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกพืช โดยการใช้กรดอะมิโนเป็นทางเลือกใหม่ของเกษตรกรในการทำการเกษตรยุคใหม่ที่มุ่งเน้นการลดใช้สารเคมี (พงษ์เพชร และคณะ, 2567) กรดอะมิโนหลังที่พืชสังเคราะห์ ได้แก่ กลูตาเมต กลูตามีน และแอสพาร์เทต ซึ่งจากกรดอะมิโนเหล่านี้ สามารถสร้างกรดอะมิโนอื่น ๆ ได้ โดยกลูตาเมตยังเป็นกรดอะมิโนตัวแรกที่พืชสามารถดูดซึมเข้ามาได้ และสามารถสร้างกรดอะมิโนชนิดอื่นได้ผ่านการทำงานของ amino transferase enzyme นอกจากนี้ กรดอะมิโน เช่น กลูตาเมต ซิสเทอีน ฟีนิลอะลานีน และไกลซีน อาจทำหน้าที่โดยตรงหรือโดยอ้อมในการลดผลกระทบจากความเครียดของการออกซิเดชันในพืช (Teixeira et al., 2017)

กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่

1. กลุ่มกรดอะมิโนจำเป็น (Essential Amino Acids)

ไลซีน (Lysine) สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อและการพัฒนาทางสรีรวิทยา

ทรีโอนีน (Threonine) จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนและการทำงานของ

เอนไซม์

เมไทโอนีน (Methionine) ช่วยในการสร้างคลอโรฟิลล์และระบบการสังเคราะห์

แสง

ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) เกี่ยวข้องกับการสร้างสารให้สีและการต้านทาน

โรค

ทริปโตเฟน (Tryptophan) สารตั้งต้นของฮอร์โมนออกซินที่ควบคุมการ

เจริญเติบโต

วาลีน (Valine) เสริมสร้างระบบรากและการพัฒนาลำต้น

ลิวซีน (Leucine) กระตุ้นการเจริญเติบโตและการสร้างเนื้อเยื่อใหม่

ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ช่วยในกระบวนการสร้างพลังงานและการเจริญเติบโต

ฮิสทีดีน (Histidine) มีบทบาทในการส่งสัญญาณภายในเซลล์และการตอบสนอง

ต่อสิ่งแวดล้อม

2. กลุ่มกรดอะมิโนไม่จำเป็น (Non-Essential Amino Acids)

กลูตามีน (Glutamine) ช่วยในการลำเลียงไนโตรเจน

อาร์จินีน (Arginine) สำคัญต่อการออกของเมล็ด

แอสพาราจีน (Asparagine) เกี่ยวข้องกับการสะสมโปรตีน

ซีรีน (Serine) ช่วยในการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์

โพรลีน (Proline) เพิ่มความทนทานต่อความเครียด

ไกลซีน (Glycine) สำคัญต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์

ซิสเทอีน (Cysteine) ช่วยในการสร้างโปรตีนโครงสร้าง

ไทโรซีน (Tyrosine) เกี่ยวข้องกับการสร้างเอนไซม์

อะลานีน (Alanine) มีบทบาทในการสร้างพลังงาน (Baqir et al., 2019)

ผลการทดลองของ (Khan et al., 2019) ได้ดำเนินการทดลองการเจริญเติบโตของผักกาดชนิดหัวในระบบไฮโดรโปนิคส์โดยใช้กรดอะมิโน 3 ชนิด ได้แก่ L-methionine L-glycine และ L-tryptophan) เพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต โดยทำการเก็บข้อมูลพืชที่อายุ 4 สัปดาห์ โดยวัดความกว้างของใบ พื้นที่ใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่ากรดอะมิโน L-methionine มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมชนิดหัวที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ผลการทดลองของ (Cheng et al., 2024) ใช้สารกระตุ้นทางชีวภาพของกรดอะมิโนทางใบพบว่ามีประสิทธิภาพในการเพิ่มการดูดซึมสารอาหารและยกระดับทั้งผลผลิตและคุณภาพในพืชมะเขือเทศ ผลการทดลองพบว่าเพิ่มความยาวก้านใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ การทดลองของ (Mohamed et al., 2020) ได้ทำการฉีดพ่นธาตุอาหารรองและกรดอะมิโนที่ความเข้มข้น 1% สามารถช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพดี โดยช่วยลดการแตกร้าวของผลไม้และเพิ่มความแน่นของผลไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้การฉีดพ่นแคลเซียมและโพแทสเซียมบนผลไม้เพื่อผลผลิตที่ดีขึ้นและคุณภาพที่สูงขึ้น การทดลองของ (Kaur et al., 2019) พบว่าการฉีดพ่นกรดอะมิโนสามารถช่วยให้ผลผลิตมีปริมาณเพิ่มขึ้น การสุกของผลไม้เร็วขึ้น และคุณภาพของผลไม้ดีขึ้นอย่างชัดเจน และผลการทดลองของ (Abd-Elall, 2022) พบว่าการฉีดพ่นกรดอะมิโนที่มีสารประกอบของ กรดแอสพาร์ติก ไทโรโตนิก เมไทโอนีน และไกลซีน ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของพืช

ฮอร์โมนพืช

ฮอร์โมนพืช (Plant hormones) หมายถึง สารที่พืชสร้างขึ้นมาในปริมาณน้อย โดยขบวนการทางชีววิทยาในส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช แล้วเคลื่อนย้ายไปยังอีกส่วนหนึ่ง และมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงภายในพืช หรือเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นโดยอวัยวะหรือเนื้อเยื่อ และมีผลโดยตรงต่ออวัยวะหรือเนื้อเยื่อนั้นๆ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (plant growth regulaors) เป็นสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เป็นสารอินทรีย์ (oreanic compound) สูตรโครงสร้างประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ทั้งที่เป็นสารที่พืชสร้าง สกัดจากพืชหรือเป็นสารสังเคราะห์ และเมื่อใช้ในปริมาณน้อยจะไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในด้านส่งเสริม ยับยั้ง หรือ ชะลอการเติบโตของพืช
2. ใช้ในปริมาณน้อยหรือความเข้มข้นต่ำ (low concentration) และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในพืช ส่วนสารอินทรีย์อื่นๆ เช่นน้ำตาลพืชสร้างในปริมาณมาก จึงไม่จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

3. มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช (physiological response) เช่น การเจริญเติบโต การออกดอก ติดผล การพัฒนาการของผล การแก่ชรา การสุก การพักตัวของตาและ เมล็ด เป็นต้น

4. ไม่เป็นธาตุอาหารพืช (not plant nutrients หรือ organic materials) ดังนั้น ธาตุอาหารที่ให้แก่พืชหรือธาตุอาหารในรูปต่างๆ ที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมาและพืชเก็บสะสมเช่น แป้ง น้ำตาล กรดอะมิโน ไม่จัดเป็นสารควบคุมการเติบโตพืช

การแบ่งกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโต แบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม คือ

1. ออกซิน (auxins) สารกลุ่มนี้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขยายขนาดของเซลล์การแบ่งตัวของเซลล์ในแคมเปียม การขยายขนาดของใบ การเกิดราก การขยายขนาดของผล ป้องกันการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล ยับยั้งการแตกตาข้าง ฮอร์โมนที่พืชสร้างคือ ไอเอเอ (IAA) ส่วนของพืชที่มีการสร้างมากคือบริเวณปลายยอดปลายราก ผลอ่อนและบริเวณที่มีเนื้อเนื้อเจริญ อยู่มาก (menstematic tie) ปริมาณ IAA ในเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดจะมีมากน้อยแตกต่างกันไป ส่วนที่กำลังมีการเจริญเติบโตจะมีปริมาณ IAA มาก แต่ส่วนที่มี IAA oxidase สูงจะมีปริมาณของ IAA ต่ำ และพืชจะมีกลไกในการรักษาระดับปริมาณ IAA ภายในเนื้อเยื่อพืชโดยระบบการสร้างและการทำลายพร้อมๆ กันไป เนื้อเยื่อพืชที่กำลังมีการเจริญเติบโตจะมีการสร้างมากกว่าการทำลาย ส่วนเนื้อเยื่อที่มีอายุมากจะมีการทำลายมากกว่าการสร้าง

สารสังเคราะห์ที่จัดอยู่ในกลุ่มออกซิน ที่ใช้มากได้แก่

- เอ็นเอเอ (naphthalene acetic acid: NAA)
- ไอบีเอ (Indole-3-butyric acid: IBA)
- 4-ซีพีเอ (4-chlorophenoxy acetic acid: 4-CPA)
- 2,4-ดี (2,4-dichlorophenoxy acetic acid: 2,4-D)

การตอบสนองของพืชต่อออกซิน

1) การตอบสนองในระดับเซลล์ ออกซินทำให้เกิดการขยายตัวของเซลล์ (cell enlargement)

2) การตอบสนองของอวัยวะหรือพืชทั้งต้น

- เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อแสงคือการโค้งงอเข้าหาแสง (phototropism)

- การเกิดราก
- การที่ตายอดข่มไม่ให้ตาข้างเจริญเติบโต (apical dominance)
- การออกดอก การติดผล และการพัฒนาของผล
- การเกิดผลที่ไม่มีเมล็ด (parthenocarpic)
- ป้องกันการร่วงของผล โดยออกซินจะยับยั้งไม่ให้เกิดรอยแยก (abscission

layer) ขึ้นมา

- ป้องกันการร่วงของใบ
- ปรับเปลี่ยนสัดส่วนเพศดอก

- การสร้างเอทิลีน

ประโยชน์ของสารในกลุ่มออกซิน

- กระตุ้นการเกิดรากและการเจริญของราก ใช้ในการปักชำหรือกิ่ง ตอนเพื่อเร่งการเกิดรากให้เร็วขึ้นและมากขึ้น
- ใช้ป้องกันการหลุดร่วงของผล โดยยับยั้งการสร้างรอยแยก (abscission layer)
- เร่งการออกดอกในพืชบางชนิดเช่นสับปะรด โดยกระตุ้นให้สร้างเอทิลีน
- เปลี่ยนเพศดอกในเงาะ เปลี่ยนจากดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่ ตัวเมียเป็นดอกตัวผู้ทำให้เกิดการถ่ายละอองเกสร
- การใช้ความเข้มข้นสูงทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช ทำให้ใบ ผลร่วง หรือต้นตาย

2. จิบเบอเรลลิน (gibberellins) สารกลุ่มนี้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการยืดตัวของเซลล์ (cell elongation) ช่วยขยายขนาดผล ทำลายการพักตัวของพืช กระตุ้นการงอกของเมล็ด กระตุ้นการเจริญของพืชทั้งต้นรวมทั้งผล กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิดหรือยับยั้งการออกดอกของพืชบางชนิด ปรับเปลี่ยนเพศดอก ทำให้เกิดดอกเพศผู้ กระตุ้นให้เกิดผลแบบไม่มีเมล็ด (parthenocarpic) ในพืชบางชนิด สารกลุ่มนี้มีทั้งที่พืชสร้างขึ้นเองและเชื้อราบางชนิดสร้างขึ้น แหล่งที่มีการสร้างจิบเบอเรลลินในพืชเช่นกิ่งที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมล็ดและผลที่กำลังพัฒนา บริเวณที่กำลังยืดตัว เช่น ปลายยอดและปลายราก ปัจจุบันมีสารประกอบประเภทนี้มากกว่า 80 ชนิด โดยตั้งชื่อ Gibberellins A1 (GA₁), A2, A3 เป็นต้นต้นและพบว่า Gibberellins A3 (GA₃) เป็นตัวที่นำมาใช้มากทางการเกษตร ชื่อเรียกเฉพาะของ GA, คือ จิบเบอเรลลิกแอซิด (gibberellic acid) พืชสามารถสร้าง GA₃ ได้ในปริมาณน้อยมากและส่วนของพืชที่มีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน คือ ใบอ่อน ผลอ่อน และต้นอ่อน GA₃ ที่นำมาใช้ในทางการเกษตรได้จากการเพาะเลี้ยงเชื้อราบางชนิดแล้วสกัด GA₃ ออกมา

ประโยชน์ของสารในกลุ่มจิบเบอเรลลิน

- ใช้เร่งการเติบโตของพืชทั่วไป
- ช่วยขยายขนาดของผล
- ทำลายการพักตัวของพืช
- ปรับเปลี่ยนเพศดอก
- กระตุ้นให้เกิดผลแบบไม่มีเมล็ด

3. ไซโตไคนิน (cytokinins) สารกลุ่มนี้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของพืช การสร้างอวัยวะ การเพิ่มขนาดของเซลล์และอวัยวะ การป้องกันการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การเจริญของคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ชะลอการแก่ชราการเปิดปิดปากใบ การพัฒนาของตาและกิ่งก้าน กระตุ้นการแตกตาข้าง และการทำให้เกิดการลำเลียงอาหารไปยังอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ได้รับไซโตไคนินมากขึ้น ไซโตไคนินพบมากสุดในบริเวณที่กำลังเจริญเติบโตและบริเวณที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง เช่น ราก ใบอ่อน ผล และเมล็ดที่กำลังพัฒนา รวมทั้งบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) และคัพภะ (embryo) โดยแหล่งสร้างไซโตไคนินที่สำคัญคือปลายรากแล้วส่งไปยังส่วนต่างๆ

ของพืชทางทอลำเลียงส่วนใหญ่ไซโตไคนินมีการเคลื่อนย้ายน้อยแต่มีคุณสมบัติสำคัญในการดึงสารอาหารต่างๆมายังแหล่งที่มีไซโตไคนินสะสมอยู่ ฮอโมนที่พบมากที่สุดในพืช ได้แก่ ซีอาติน (zeatin: 6-(4-hydroxy-3-methyl-trans-2-butenyl-amino) purine) ส่วนสารสังเคราะห์ในกลุ่มไคโตไคนินได้แก่ บีเอพี (BAP) ไคเมติน (kinetin) สารกลุ่มนี้มีการนำมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างมากในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สารสังเคราะห์ในกลุ่มไซโตไคนินได้แก่

- BAP (6-(benzylamino)-9-(2-tetrahydropyranyl-9H-purine)
- BA (6-benzyl aminopurine)
- Kinetin (6-furfuryl aminopurine)
- CPPU (1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea)

ประโยชน์ของสารกลุ่มไซโตไคนิน

- ช่วยการแบ่งเซลล์ การสร้างอวัยวะ
- การเพิ่มขนาดของเซลล์และอวัยวะ
- ใช้ผสมในสูตรอาหารในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อช่วยการเติบโต

ของแคลลัสและพัฒนาเป็นต้นพืช

- ใช้เร่งการแตกตา
- ใช้ชะลอการแก่ชราของพืช
- การป้องกันการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จึงช่วยรักษาพืชผักให้สดอยู่

ได้นานกว่าปกติ

- การปิดเปิดปากใบ
- การพัฒนาการของตาและกิ่งก้าน
- ยืดอายุการปักแจกันดอกไม้

4. เอทิลีน (ethylene) เอทิลีนเป็นก๊าซชนิดหนึ่งและจัดเป็นฮอโมนพืชเนื่องจากพืชสร้างขึ้นได้ มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการแก่ชรา การสุก รวมทั้งการออกดอกออกผลของพืชบางชนิดและเกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล การเหลืองของใบการงอกของหัวและเมล็ดพืชบางชนิด เอทิลีนสร้างมากในส่วนที่กำลังที่กำลังเข้าสู่ระยะชราภาพ (senescence) เช่นในผลแก่และใบที่ใกล้หลุดร่วง เอทิลีนเป็นก๊าซจึงฟุ้งกระจายไปได้ทั่วจึงไม่มีการเคลื่อนย้ายเหมือนฮอโมนกลุ่มอื่นอื่นๆ และพบว่า สารอินทรีย์บางชนิดมีคุณสมบัติคล้ายเอทิลีน เช่น อะเซทิลีน (acety) โพรพิลีน (propylene) ดังนั้นจึงสามารถนำสารเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ เช่นการใช้อะเซทิลีนบ่มผลไม้และเร่งการออกดอกของสับปะรดส่วนสารสังเคราะห์ที่เป็นของเหลวและสามารถปลดปล่อยหรือสลายตัวได้ก๊าซเอทิลีนได้แก่ เอทีฟอน (ethephon) และเอตาเซลาสิล (etacelasil) และพบว่าสารเอทีฟอนจัดเป็นสารที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมสับปะรด ใช้บังคับดอกทำให้สับปะรดออกดอกพร้อมกัน ส่งผลให้การจัดการด้านวัตถุดิบของโรงงานประสิทธิผลมากขึ้น

สารสังเคราะห์ที่สามารถปลดปล่อยหรือสลายตัวได้ก๊าซเอทิลีน

- เอทีฟอน (ethephon) จัดเป็นสารที่นำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด
- เอตาเซลลิล (etacelasil)

สารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติคล้ายเอทิลีน

- อะเซทิลีน (acetylene)
- โพรพิลีน (propylene)

ประโยชน์ของสารในกลุ่มเอทิลีนและสารปลดปล่อยเอทิลีน

- ใช้กระตุ้นการออกดอก โดยเฉพาะสับปะรด
- ใช้กระตุ้นการไหลของน้ำยางพารา
- ใช้กระตุ้นการสุกของผลไม้ประเภท climateric
- ใช้ทำลายการพักตัวของไม้หัวและมันฝรั่ง
- ใช้ลดความเหนียวของข้าวในไม้ผลบางชนิดทำให้เก็บเกี่ยวได้ง่าย

5. สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) สารกลุ่มนี้มีผลยับยั้งจิบเบอเรลลิน ดังนั้นลักษณะใดก็ตามที่ถูกควบคุมโดยจิบเบอเรลลิน จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต คุณสมบัติสำคัญของสารกลุ่มนี้คือยับยั้งการยืดตัวของข้อปล้อง ทำให้ต้นเตี้ย กะทัดรัด มีประโยชน์มากในการผลิตไม้กระถางเพื่อให้มีทรงพุ่มสวยงาม ใช้ควบคุมทรงพุ่มไม้ผลเพื่อการปลูกในระบบชิด รวมทั้งสามารถกระตุ้นการออกดอกของไม้ผลบางชนิด สารกลุ่มนี้มีผลทำให้ปริมาณจิบเบอเรลลินภายในต้นพืชลดลง ซึ่งจิบเบอเรลลินมีผลยับยั้งการออกดอก ดังนั้นเมื่อจิบเบอเรลลินลดลงกว่าปกติจึงทำให้พืชนั้นออกดอกได้ เช่น การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในมะม่วง

คุณสมบัติสำคัญของสารชะลอการเจริญเติบโตพืช

- ยับยั้งการสร้างหรือยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในพืช
- ลดการยืดตัวของเซลล์ทำให้
- ปล้องสั้น ทำให้ต้นเตี้ย
- ใบหนา
- ใบเขียวเข้ม
- กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิด
- ทำให้พืชทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
- เพิ่มผลผลิตพืชบางชนิด
- เพิ่มการติดผลของพืชบางชนิด

สารสังเคราะห์ในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโตที่สำคัญ

- คลอมีควอท (chlormequat)
- แดมิโนไซด์ (daminozide)
- เมพิควอทคลอไรด์ (mepiquat chloride)
- พาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol)

ประโยชน์ของสารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโต

กะทัดรัด

- ใช้ชะลอการเจริญเติบโตของปล้อง ลดความสูงในไม้กระถาง ทำให้มีรูปทรง
- ใช้ป้องกันการหักล้มของพวกธัญพืช
- ใช้ควบคุมการออกดอกในพืชหลายชนิดเช่น มะม่วง มะนาว ทุเรียน
- ใช้เพิ่มการติดผลและเพิ่มคุณภาพผลผลิต เช่น แอปเปิ้ล มะเขือเทศ

6. สารยับยั้งการเจริญเติบโต (plant growth inhibitors) สารกลุ่มนี้มีหน้าที่ถ่วงดุลกับสารเร่งการเจริญเติบโตพวกออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นไปอย่างพอเหมาะ สารกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีหน้าที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์และการเติบโตของเซลล์ปลายยอด หรือมีผลทำลายตายอดจึง ทำให้ออกซินไม่สามารถสร้างขึ้นที่ปลายยอดได้ ทำให้ตาข้างเจริญออกมาแทนซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่ของการบังคับให้ต้นแตกกิ่งแขนงได้มาก ทำให้เกิดการพักตัว (dormancy) และเกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของอวัยวะพืช ฮอร์โมนกลุ่มนี้พบในพืชมากกว่า 200 ชนิด ที่สำคัญคือ abscisic acid (ABA, เอ) ABA ทำหน้าที่เป็นสัญญาณว่าพืชอยู่ในสภาวะความเครียด พืชจะมีกลไกเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและรอดพ้นวิกฤตต่างๆ เช่น การลดการสูญน้ำในสภาวะแล้ง การพักตัวในสภาวะที่อากาศหนาวเย็น และมีการใช้สารสังเคราะห์ในกลุ่มนี้ เพื่อประโยชน์บางอย่างเช่นยับยั้งการงอกของหัวมันฝรั่งและหอมหัวใหญ่ระหว่างการเก็บรักษา ใช้แทนการเด็ดยอด (Dinching) เพื่อกระตุ้นให้แตกตาข้าง รวมทั้งยับยั้งการเติบโตทางใบ ซึ่งมีผลกระตุ้นดอกได้ในพืชบางชนิด

สารสังเคราะห์ในกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโต ที่สำคัญ

- Maleic hydrazide: ใช้ลดการเติบโตของหญ้าสนาม ป้องกันการงอกของหอมหัวใหญ่และมันฝรั่ง
- Chlorturenol: ใช้เร่งการแตกหน่อของสับปะรด
- Dikequialac hydrazide: ใช้เพิ่มการแตกพุ่มหรือแตกแขนงของไม้ยืนต้นไม้พุ่ม ไม้รั้ว และลดความยาวกิ่ง

ประโยชน์ของสารในกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโต

- ยับยั้งการงอกของหัวพืช เช่นมันฝรั่ง หอมหัวใหญ่
- เกี่ยวกับการปิดเปิดของปากใบเนื่องจากสภาวะเครียดจากน้ำ จากเกลือและความหนาวเย็น
- เพิ่มการแตกตาข้างในไม้พุ่มประดับ
- ใช้แทนการเด็ดยอด(Dinching) เพื่อกระตุ้นการแตกตาข้าง
- ลดความสูงของไม้พุ่ม ยับยั้งการเติบโตทางกิ่งใบ
- ป้องกันการแตกหน่อ
- กระตุ้นการออกดอกได้ในพืชบางชนิด
- ลดการเจริญเติบโตของหญ้าในสนาม
- เพิ่มจำนวนหน่อในสับปะรด

7. สารอื่นๆ (Miscellaneous) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติแตกต่างจากทั้ง 6 กลุ่มที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนใหญ่ใช้เพื่อประโยชน์เฉพาะอย่างเช่น เพิ่มผลผลิตขยายขนาดผล ป้องกันผลร่วง ช่วยในการแบ่งเซลล์

สารอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติจัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

- **ฟอสซิสเตอิน (folcistine)** ใช้เพิ่มขนาดผลของสตรอเบอรี่ ส้ม เร่งการเจริญเติบโตทั่วไป ป้องกันผลร่วง
- **โซเดียม โมโน ไนโตร เควคอล (sodium mononitro quaiacol)** ใช้เพิ่มผลผลิตเพิ่มการติดผล เร่งการเจริญเติบโต ป้องกันผลร่วงของผลไม้
- **บราสิโนสเตียรอยด์ (brasinosteroids)** เป็นสารกลุ่มของสารสเตียรอยด์เหมือนกับสารราซิโนไลด์ ทำหน้าที่ การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของรากเกี่ยวข้องกับการเพิ่มความต้านทานความหนาวเย็น เชื้อโรค สารกำจัดวัชพืชและเกลือ ช่วยเพิ่มผลผลิต การยืดตัวของยอด การงอกของเมล็ด ลดการผสมไม่ติดและการร่วงของผล ยับยั้งการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของราก
- **ซาลิไซเลท (salicylates)** เป็นกลุ่มของสารประกอบที่สารนี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการ การออกดอก การส่งเสริมความต้านทานโรคเป็นต้น
- **จัสโมนเนส (Jasmonates)** ส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชอย่างมาก มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของราก การสร้างคลอโรฟิลล์และการงอกของละอองเกสร ภายในพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกได้แก่ การเกิดบาดแผลจากแรงทางกายภาพ เมื่อเกิดเชื้อโรคเข้าทำลายและความเครียด
- **โพลีเอมีน (polyamines)** เป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่เอมีนตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป มีผลกระทบทางสรีรวิทยาที่สำคัญเช่น กระตุ้นการเจริญเติบโต ส่งเสริมการออกของเมล็ด ส่งเสริมการเติบโตของยอดอ่อน ส่งเสริมการออกดอก ชะลอการแก่ชรา การทนทานต่อความเครียด และตอบสนองต่อความเครียดบางอย่างเช่น การขาดธาตุอาหาร สภาวะกรด ความหนาวเย็น สารที่สำคัญเช่น putrescine และ spermidine

ประโยชน์ของสารในกลุ่มสารอื่นๆ (Miscellaneous)

- เร่งการเติบโตของต้น
- เพิ่มผลผลิต
- ขยายขนาดผล
- ช่วยในการแบ่งเซลล์
- กระตุ้นการร่วงของใบ ป้องกันผลร่วง
- กระตุ้นการงอกของเมล็ด
- เร่งการแก่และเพิ่มปริมาณน้ำตาลในอ้อย
- การสังเคราะห์เบต้าแคโรทีน (กรมวิชาการเกษตร, 2559)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักสลัดคอส

ชื่อไทย ผักสลัดคอส

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactuca sativa. longifolia.*

ตระกูล Asteraceae

ชื่อภาษาอังกฤษ Cos lettuce

ถิ่นกำเนิด แถบเมดิเตอร์เรเนียน

ผักสลัดกรีนคอส ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa. longifolia.* ชื่อสามัญ Cos Lettuce เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในยุโรปแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และเอเชียไมเนอร์ (เอกรักษ์, 2540) เป็นผักที่มีความต้องการมากในกลุ่มของผักใบ (Leafy Vegetables) นิยมนำมาบริโภคในรูปของผักสด เช่น สลัด หรือเครื่องเคียงกับอาหารต่างๆ และนำมาตกแต่งในงานอาหาร มีการปลูกเป็นการค้าในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะในแถบเอเชีย อเมริกาเหนือ อเมริกากลาง และยุโรป (ธิดากัญ และคณะ, 2554) ถือเป็นพืชมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สร้างรายได้และยกระดับคุณภาพชีวิตให้แก่เกษตรกร (สโรช, 2537) เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่อผู้บริโภคมีปริมาณเส้นใยและมีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบด้วยแร่ธาตุและวิตามินที่มีประโยชน์หลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม เหล็ก โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต มีสรรพคุณทางเภสัชและอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด อย่างเช่น กรดโฟลิก ลูทีน บีตาแคโรทีน เป็นต้น (ธนภูมิ และนราศักดิ์, 2565) และประกอบไปด้วยรงควัตถุที่เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสง ได้แก่ ค่าความเขียวใบ และแคโรทีนอยด์ ปริมาณรงควัตถุมีความสัมพันธ์กับอายุของพืช และอัตราส่วนของธาตุอาหารภายในพืช ดังนั้นวิธีการปฏิบัติในกระบวนการผลิตและการจัดการจึงมีความสำคัญต่อมูลค่าของผลผลิต และคุณค่าทางโภชนาการของพืช (คงเอก, 2558) ผักสลัดเป็นพืชฤดูเดียว ใบเจริญจากข้อเป็นกลุ่ม ลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เช่น ใบกลม ใบเรียบ ใบหยัก หรือใบรี บางสายพันธุ์มีลักษณะใบหนา และมน บางสายพันธุ์ใบมีสีเขียว หรือหลายสี (จิรวัดน์, 2552) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่มีปัญหาเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินที่ไม่เหมาะสมหรือขาดความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งจะเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นระบบการปลูกพืชที่สามารถปลูกได้อย่างต่อเนื่องภายใต้การควบคุมการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ (ธนภูมิ และนราศักดิ์, 2565) และภายในปี 2566 ผักสลัดคอส เป็นที่นิยมบริโภคนิยมและสร้างผลตอบแทนให้เกษตรกรได้มากที่สุด ในผัก 10 ชนิดแรก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566)

ลำต้น เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก อายุสั้น ฤดูเดียว ลำต้นเดี่ยว มีลำต้นอวบสั้น ช่วงข้อถี่

ใบ เป็นใบเลี้ยงเดี่ยวออกตรงโคนลำต้น กาบใบห่อซ้อนกันเรียงสลับรอบๆ ใบที่อยู่ด้านนอกใหญ่กว่าใบข้างในเล็ก ใบหนา เห็นเส้นใยชัดเจน มีก้านใบเป็นกาบหนาและอวบฉ่ำน้ำ

ราก ระบบรากแก้วสั้น มีลักษณะอวบกลม มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้ว

ดอก ออกดอกเป็นช่อ ก้านช่อดอกใหญ่ยาว ดอกมีลักษณะเล็กๆ กลีบดอกมีสีเหลือง

เมล็ด มีผลเป็นเมล็ดในรังไข่ มีเมล็ดจำนวนมาก เป็นลักษณะทรงหอกแบน ยาวรี มีเปลือกหุ้มเมล็ด สีขาวนวล

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักสลัดกรีนโอ๊ค

ชื่อไทย ผักสลัดกรีนโอ๊ค

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactuca sativa L.*

ตระกูล Asteraceae
ชื่อภาษาอังกฤษ Green Oak lettuce
ถิ่นกำเนิด แถบยุโรปและเอเชียกลาง

เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และยุโรป ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lactuca sativa* L. ชื่อวงศ์ : Asteraceae ชื่อสามัญ : Green Oak lettuce กรีนโอ๊คมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก และอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการทางอาหารสูง เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และวิตามินต่างๆ นิยมรับประทานเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ จะบริโภคแบบสดหรือนำไปประกอบอาหารได้หลากหลาย ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาดสูงอย่างต่อเนื่อง และสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย เป็นผักที่ให้ผลผลิตได้เร็ว ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 45-50 วัน (เยวมาลย์ และคณะ, 2566) แต่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดในด้านทรัพยากร เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวน ขาดความอุดมสมบูรณ์ในบางพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตพืชที่แตกต่างไปจากเดิม (เพ็ญแข และคณะ, 2567) เพื่อให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค

ลำต้น เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก อายุสั้นปีเดียว มีลำต้นอวบสั้น ช่วงข้อถี่ มีข้อสั้นๆ
ใบ สีเขียวอ่อน ขอบใบหยัก มีก้านใบยาวอวบน้ำหุ้มอยู่ ออกสลับโคนต้น ไม่ห่อตัว ก้านใบสีเขียว อ่อน ใบเดี่ยว

ราก ระบบรากแก้วต้น มีลักษณะอวบกลม มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้ว

ดอก ออกดอกเป็นช่อ ขนาดเล็ก กลีบดอกสีเหลือง ช่อดอกเป็นแบบ Panicle สูง 2-4 ฟุต ประกอบด้วย ดอก 10-25 ดอกต่อช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ

เมล็ด เป็นลักษณะทรงหอกแบน ยาวรี มีเปลือกหุ้มเมล็ด สีขาวนวล

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริกแดงจินดา

ชื่อไทย พริกแดงจินดา

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Capsicum frutescens* Linn

ตระกูล Solanaceae

ชื่อภาษาอังกฤษ Capsicum

ถิ่นกำเนิด ทวีปอเมริกาใต้

พริกเป็นเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง คนไทยนิยมบริโภคสดหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรสเผ็ด และพริกจึงเป็นส่วนประกอบของอาหารไทยหลายๆ ชนิด นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาสมุนไพรได้อีก พริกมีชื่อภาษาอังกฤษ Capsicum. ชื่อวิทยาศาสตร์ *Capsicum frutescens* Linn ชื่อวงศ์ SOLANACEAE (จักรชัยวัฒน์ และคณะ, 2562) พริกจินดาแดงเป็นพืชเศรษฐกิจ จำหน่ายได้ทั้งในรูปแบบพริกสดและพริกแห้ง หรือนำไปแปรรูปเป็นซอสพริก ปลูกได้ตลอดทั้งปี เจริญเติบโตได้ดี ทนทานต่อโรค ให้จำนวนเมล็ดมากและน้ำหนักรากมาก (สาลิณี และคณะ, 2566) ในประเทศไทยพริกนับเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทาง เศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย เนื่องจากพริก

นอกจากจะ ใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ผลผลิต และผลิตภัณฑ์ จากพริกส่วนหนึ่งได้มีการส่งออก ไปจำหน่ายในต่างประเทศนำเข้าประเทศปีละประมาณ 1,000 ล้านบาท และมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ทุกปี โดยมีการส่งออกทั้ง ในรูปของพริกสด พริกแห้งทั้งผล พริกแห้งป่น และผลิตภัณฑ์ต่างๆ พริก นับเป็นพืชผักที่สร้างรายได้ให้กับ ผู้ปลูกได้เป็นอย่างดี มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ให้ผลผลิต สูง ให้ผลตอบ แทนสูง และเร็ว สามารถปลูกได้ตลอดปี ปัจจุบันจึงมีผู้สนใจปลูกพริกเป็นการค้ามากขึ้น (พิชณิตา และคณะ, 2557)

ลำต้น เป็นสี่เหลี่ยม ไม้ทรงพุ่มขนาดเล็กสูงประมาณ 45-75 ซม.

ใบ เป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับกันและตรงข้าม ลักษณะใบคล้ายรูปไข่ ปลายใบแหลม

ราก ระบบรากของพริกมีรากแก้ว รากหาหินลึกมาก ต้นพริกที่โตเต็มที่รากฝอยจะแพร่ออกไป หากินด้านข้างในรัศมีเกิน กว่า 1 เมตร และหยั่งลึกลงไปดินเกินกว่า 1.20 เมตร รากฝอยหาหินของ พริกจะพบอยู่อย่างหนาแน่นมากในบริเวณรอบๆ ต้น ได้ผิวดินลึกประมาณ 60 เซนติเมตร

ดอก มีขนาดเล็กสีขาว ดอกเดี่ยวออกตามข้อของลำต้น ประมาณ 1-3 ดอก ผลขนาดเล็ก ยาวประมาณ 1-1.5 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25-0.6 นิ้ว

ผล โดยผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อโตเต็มที่เปลี่ยนเป็นสีส้ม แดง หรือ แดงปนน้ำตาล ผิวเป็นมัน ขนาดและรูปร่างของผลแตกต่างกันตามพันธุ์ มีรสเผ็ดมากน้อยตามชนิดพันธุ์ (สถาบันวิจัยและพัฒนา พื้นที่สูง, 2560)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาแฟโรบัสต้า

ชื่อไทย กาแฟโรบัสต้า

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner

ตระกูล Rubiaceae

ชื่อภาษาอังกฤษ Robusta coffee

ถิ่นกำเนิด ทวีปแอฟริกา โดยเฉพาะแถบแอฟริกากลางและแอฟริกาตะวันตก

กาแฟโรบัสต้า ชื่อวิทยาศาสตร์: *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner ชื่อสามัญ: Robusta coffee ชื่อวงศ์: RUBIACEAE มีความสำคัญทางการค้าเป็นอันดับสองรองจากกาแฟอาราบิก้า ส่วนใหญ่นิยมปลูกในประเทศแถบแอฟริกา มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในป่าที่ร้อนชื้นในแอฟริกาตอนกลาง ซึ่งประเทศที่มีการผลิตเป็นอันดับ 1 ของโลกได้แก่ ได้แก่ ประเทศบาซิล รอนลงมาคือ ประเทศเวียดนาม และโคลัมเบีย รากกาแฟมีแนวโน้มในการปรับตัวสูงขึ้น เนื่องจากได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกาแฟทั้งสองสายพันธุ์ เป็นแหล่งที่ผลิตกาแฟที่สำคัญเขียน (จุฑามาศ, 2564) ซึ่งในปี 2567 มีพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสต้า และอาราบิก้า 86,739 และ 129,778 ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) ในช่วงปี 2565-ปัจจุบัน ตลาดกาแฟมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จากการบริโภคที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นทำให้ความต้องการ

ใช้ของโรงงานแปรรูปเพิ่มขึ้น ในขณะที่เนื้อที่ให้ผลและผลผลิตกาแฟโรบัสต้า มีทิศทางลดลง (สันติพงษ์, 2567) กาแฟประกอบไปด้วยสารอาหารต่างๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน

ลำต้น ตั้งตรง ขนาดทรงพุ่ม จะมีตา 2 ชนิด ตาบนและตาล่าง ตาบนจะแตกออกมาเป็นกิ่ง แนวนอนขนานกับพื้นดินที่จะติดดอกและให้ผลผลิต ส่วนตาล่างจะพักตัว เมื่อเวลาเหมาะสมจะพัฒนาออกมาเป็นยอดหรือกิ่ง ให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง 2-3 ปี

ใบ ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม เกิดที่ข้อ รูปขอบขนาน แกมรี ปลายใบแหลม โคนใบแหลม ขอบใบเป็นคลื่น ก้านใบสั้น ผิวใบเรียบ มีหูใบระหว่างก้านใบ

ดอก ช่อดอกออกตามข้อบริเวณซอกใบ ดอกย่อยเป็นดอกสมบูรณ์ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ เชื่อมติดกันมีลักษณะเป็นรูปถ้วยอยู่ตรงด้านฐานของดอก กลีบดอก 5 กลีบ เชื่อมกันเป็นหลอด

ผล ผลแบบเมล็ดเดี่ยวแข็ง มักออกเป็นคู่ประกบกัน รูปรี ก้านผลสั้น ผลดิบสีเขียว ผลสุกสีส้ม สีแดง หรือสีแดงเข้ม ผลของกาแฟจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ เปลือกหรือผนังผล ชั้นนอก ผนังผลชั้นกลาง มีเนื้อ สีเหลือง เมื่อสุกมีรสหวาน มีลักษณะเป็นเมือก กะลาหรือผนังผลชั้นใน มีลักษณะแข็ง

เมล็ด เมล็ดเป็นรูปไข่ยาวหรือกลมรี มีด้านหนึ่งโค้งอีกด้านหนึ่งแบน มีร่องตรงกลาง ด้านแบนประกบกัน เมล็ดสีเขียวอมเทา ชั้นนอกสุดของเมล็ดซึ่งอยู่ถัดจากผนังผลชั้นใน ของผลคือ เปลือกเมล็ด ชั้นนอก มีลักษณะบางเรียกว่า ปลอก ซึ่งหุ้มเนื้อเยื่อเอน โดสเปิร์มที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร

การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์

การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ เป็นวิธีการปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ มีการควบคุมการให้สารอาหารพืชในวัสดุปลูกหรือในน้ำโดยตรง การที่พืชจะเจริญเติบโตได้ดีต้องมั่งปัจจัยที่เหมาะสมหลายอย่าง เช่น แสงแดด อุณหภูมิ น้ำ และธาตุอาหารพืช การที่พืชจะนำธาตุไปใช้ประโยชน์ได้นั้นจะต้องคำนึงเรื่องความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินหรือสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืช การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ พืชจะได้รับธาตุอาหารในรูปสารละลาย ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ตลอดเวลา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ แบ่งได้ 2 ปัจจัยหลัก คือ

1.1 ปัจจัยภายในพืช เป็นปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ซึ่งพันธุกรรมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของพืช เช่น การเจริญเติบโตของพืช สี ความสูง ความสามารถในการให้ผลผลิต ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้ลักษณะตามต้องการจะต้องแยกความแตกต่างทางพันธุกรรมออกจากความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมให้ได้ ในประเทศที่ทำการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์เป็นการค้าอย่างแพร่หลาย เช่น เบลเยียม ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ จะให้ความสำคัญกับการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อปลูกด้วยวิธีนี้โดยเฉพาะ การปลูกพืชด้วยวิธีนี้จึงให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกพืชในดิน (สมัย, 2553)

1.2 ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่

1) แสง พืชใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงยังเป็นตัวกระตุ้น และควบคุมกระบวนการพื้นฐานของการเจริญเติบโตในระดับต่างๆ ทั้งนี้คุณภาพของแสง ความเข้มแสง ความยาวของช่วงแสง หรือระยะเวลาที่พืชได้รับแสงต่างก็มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช

2) อุณหภูมิ มีผลต่อการดูดน้ำ และธาตุอาหารพืช รวมทั้งการหายใจ การคายน้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ดังนั้นอัตราการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิโดยตรง อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตทั่วไปอยู่ระหว่าง 15-40 องศาเซลเซียส

3) องค์ประกอบของอากาศ พืชใช้ออกซิเจนในการหายใจ โดยทั่วไปการปลูกพืชบนดินจะมีการพรุนดินหรือใช้วัสดุปลูกที่มีลักษณะพรุนเพื่อให้อากาศแทรกตัวเข้าไป ส่วนการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารจึงต้องมีการเลือกหรือสร้างระบบปลูกเพื่อเติมอากาศเข้าไปให้กับสารละลาย

4) น้ำ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการปลูกพืชที่ต้องการธาตุอาหารจากสารละลาย หากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ อาจทำให้มีการแพร่เชื้อได้อย่างรวดเร็ว หรือถ้าหากมีการใช้น้ำที่มีจุลธาตุบางตัวในปริมาณมากเกินไป ก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

5) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) pH ของน้ำมีผลกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร การปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ pH ควรอยู่ที่ระหว่าง 5.5-6.5 แต่ไม่ควรเกิน 7

6) ธาตุอาหารพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช น้ำ และธาตุอาหาร โดยทั่วไปพืชต้องการธาตุอาหารทั้งหมด 16 ธาตุ ซึ่ง 3 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O_2) จากน้ำและอากาศ ส่วนอีก 13 ธาตุ แบ่งเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก และธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (สมัย, 2553)

ระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

ระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ ได้จัดแบ่งตามลักษณะการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชบริเวณรากพืช แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การปลูกพืชในสารละลาย เป็นวิธีการที่นำรากพืชจุ่มในสารละลายโดยตรง มีการยึดในส่วนลำต้นไว้กับวัสดุปลูก เป็นการรองรับรากของพืชเพื่อทรงตัว สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระบบ คือ

1) ระบบเอ็นเอฟที (Nutrient Film Technique ; NFT) เป็นการให้รากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรางและรากพืชและเวียนกลับมาเก็บในถังเก็บสารละลาย

2) ระบบดีเอฟที (Deep Flow Technique : DFT) เป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตรในกระบะปลูกที่ไม่มีความลาดเอียง ปลูกบนแผ่นโฟมหรือวัสดุที่ลอยน้ำได้เพื่อชดเชยน้ำหนักการหมุนเวียนสารละลายจากถังขึ้นมาใช้ใหม่โดยใช้ปั๊ม ซึ่งการหมุนเวียนในระบบเช่นนี้จะเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้สารละลาย ระบบนี้จะแตกต่างจากระบบเอ็นเอฟที

4) ระบบคิอาร์เอฟ (Dynamic Root Floating : DRF) เป็นการปลูกพืชให้รากแช่อยู่ในน้ำส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งสร้างรากอากาศเพื่อช่วยในการหายใจ โดยจะทำให้พืชที่ปลูกในระบบนี้สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิของสารละลายที่สูงมากกว่าระบบอื่นๆ ได้ดี โดยกำหนดให้ระดับ

น้ำสูงเพียงพอที่จะทำให้รากพืชพืชแช่อยู่ในน้ำได้ ประมาณ 4 เซนติเมตร ดังนั้นระบบดีอาร์เอฟก็คือระบบที่สามารถปรับความสูง-ต่ำของน้ำในกระบอกปลูกได้ตามความต้องการของรากพืชแต่ละชนิด

5) ระบบดีอาร์เอฟที (Dynamic Root Floating Technique ; DRFT) นี้ได้พัฒนาเพิ่มมาจากระบบดีอาร์เอฟ แต่เพิ่มการไหลเวียนของอากาศ และสารอาหาร คือ มีถาดปลูกด้วยโฟมเจาะรูปลูกพืช และมีอุปกรณ์สำหรับปรับระดับของสารอาหาร (สะดือน้ำ) โดยต้องการให้พืชได้รับทั้งอากาศ และสารละลายธาตุอาหารที่มีการหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง (สมัย, 2553)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชได้พืชผัก และกาแฟ ภายในโรงเรือนพลาสติกและสภาพแปลงของเกษตรกรรวมทั้งหมด 3 การทดลอง

พื้นที่ศึกษา

1. สถานที่ทำการทดลอง ภายใต้สภาพโรงเรือน อาคารปฏิบัติการและฝึกอบรมทางดินและปุ๋ยชั้นสูง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ (ผักสลัดกรีนโอ๊ค/คอส, พริกแดงจินดา)
2. แปลงทดลองกาแฟ ณ ศูนย์วิจัยสาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า)

วิธีการดำเนินงาน

1. การทดลองที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือน

1.1) อุปกรณ์และวิธีการ ปลูกโดยใช้ในระบบ Hydroponic โดยใช้รางปลูกขนาด $0.10 \times 6.0 \times 0.55$ เมตร ระยะห่างระหว่างหลุมปลูก และราง 0.15 เมตร และ 0.10 เมตร ภายในโรงเรือนพลาสติกขนาด 6×12 เมตร การให้ปุ๋ยในสารละลาย ปุ๋ย A และ B โดยกำหนดให้ค่าการนำไฟฟ้า (Electroconductivity : EC) อยู่ที่ $1,300 \mu\text{S}/\text{cm}$ จากนั้นปล่อยให้ น้ำที่ผสมสารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นบางๆ โดยให้น้ำไหลผ่านอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้รางปลูกจึงต้องมีความลาดเอียงเพื่อที่จะให้แผ่นน้ำที่ไหลผ่าน มีความบางคล้ายฟิล์ม (Nutrient Film Technique: NFT) โดยมีการปลูกทดสอบ 4 ครั้ง ระยะเวลาการดำเนินงานตั้งแต่เดือนมีนาคม 2567 ถึง ตุลาคม 2567 (ดังตารางที่ 1) ตามกรรมวิธีการทดลองต่างๆ (ตารางที่ 2- ตารางที่ 5)

ตารางที่ 1 วันที่เพาะเมล็ดย้ายต้นกล้าใส่รางปลูกและเก็บเกี่ยวของผักสลัด

ครั้งที่	ย้ายต้นกล้าใส่รางปลูก	วัดความเขียวใบ ครั้งที่ 1	วัดความเขียวใบ ครั้งที่ 2	เก็บเกี่ยว
1	9 มี.ค. 67 (อายุ 15 วัน)	28 มี.ค. 67 (อายุ 34 วัน)	4 เม.ย. 67 (อายุ 41 วัน)	4 เม.ย. 67 (อายุ 41 วัน)
2	9 เม.ย. 67 (อายุ 15 วัน)	29 เม.ย. 2567 (อายุ 35 วัน)	6 พ.ค. 2567 (อายุ 42 วัน)	6 พ.ค. 67 (อายุ 42 วัน)
3	5 ส.ค. 67 (อายุ 15 วัน)	25 ส.ค. 67 (อายุ 35 วัน)	1 ก.ย. 67 (อายุ 42 วัน)	1 ก.ย. 67 (อายุ 42 วัน)
4	28 ก.ย. 67 (อายุ 15 วัน)	18 ต.ค. 67 (อายุ 35 วัน)	25 ต.ค. 67 (อายุ 42 วัน)	26 ต.ค. 67 (อายุ 43 วัน)

1.2) การบันทึกข้อมูล

1) วัดค่าความเขียวใบ (SPAD unit) โดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น SPAD-502Plus วัดใบที่ 3 จากใบยอดลงมา 3 ซ้ำ หลังจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย

- วัดความเขียวใบ ครั้งที่ 1 เมื่ออายุ 34 วัน
- วัดความเขียวใบ ครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 42 วัน

2) วัดขนาดทรงพุ่มใช้ไม้บรรทัดวัดจากทิศเหนือไปทิศใต้ และทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

3) วัดและบันทึกน้ำหนักสดตักราก (กรัม/ต้น) น้ำหนักราก (กรัม/ต้น) ความยาวราก (ซม.)

1.3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

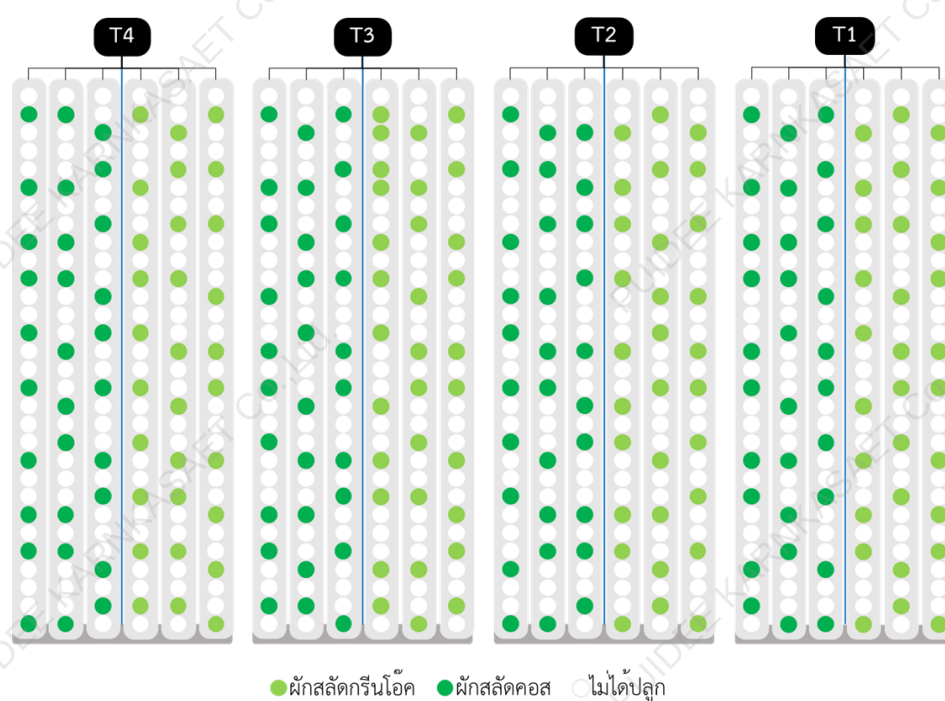
1) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) เพื่อระบุความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธี โดยทดสอบ F-value

2) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation; %CV)

1.1 การทดลองครั้งที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊คและคอสในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคม-เมษายน) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 4 กรรมวิธี (สายพันธุ์ละ 30 ต้น/กรรมวิธี) ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 กรรมวิธีการทดลอง ครั้งที่ 1 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์

กรรมวิธี	ปุ๋ยเคมี	ข.ช่วง	หมายเหตุ
T1	ปุ๋ย A และ B 100%	-	
T2	ปุ๋ย A และ B 50%	25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย	
T3	ปุ๋ย A และ B 25%	50% (1 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย	
T4	-	100% (2.5 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย	



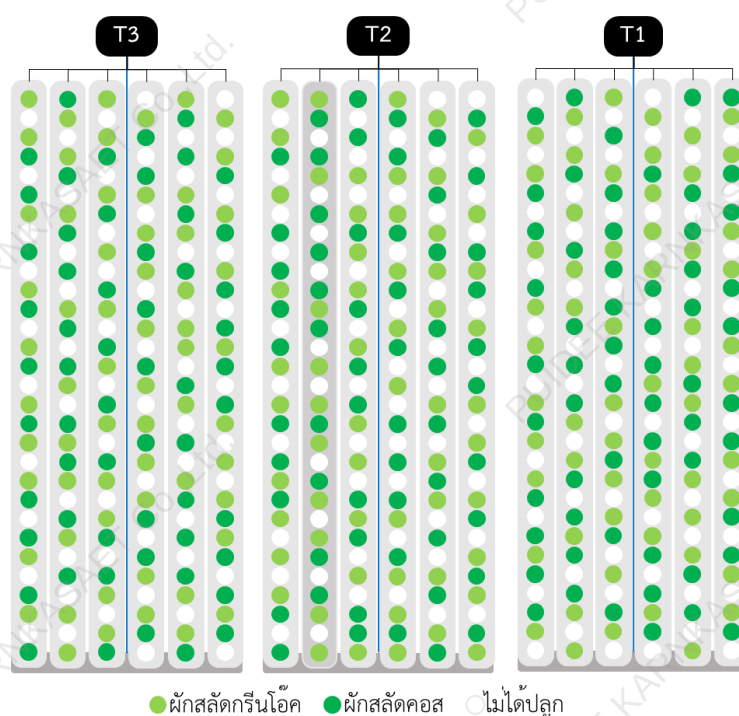
ภาพที่ 1 แผนผังการทดลองครั้งที่ 1 ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนของผักสลัด 2 สายพันธุ์

1.2 การทดลองครั้งที่ 2 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ข.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-พฤษภาคม) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 3 กรรมวิธี (สายพันธุ์ละ 45 ต้น/กรรมวิธี) ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 2

ตารางที่ 3 กรรมวิธีการทดลองครั้งที่ 2 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์

กรรมวิธี	ปุ๋ยเคมี	ข.ข้าง	หมายเหตุ
T1	ปุ๋ย A และ B 100%	-	90 ต้น
T2	ปุ๋ย A และ B 75%	25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย	90 ต้น
T3	ปุ๋ย A และ B 75%	25% (1 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ	90 ต้น

*อัตราการผสม ข.ข้าง 1 เม็ด/น้ำ 20 ลิตร โดยการศึกษาใช้น้ำ 50 ลิตร/กรรมวิธีการทดลอง



ภาพที่ 2 แผนผังการทดลองครั้งที่ 2 ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนของผักสลัด 2 สายพันธุ์

1.3 การทดลองครั้งที่ 3 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ข.ข้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในช่วงฤดูฝน (เดือนสิงหาคม-กันยายน) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 4 กรรมวิธี (สายพันธุ์ละ 45 ต้น/กรรมวิธี) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 3

ตารางที่ 4 กรรมวิธีการทดลอง ครั้งที่ 3 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์

กรรมวิธี	ปุ๋ยเคมี	ข.ข้าง	หมายเหตุ
T1	ปุ๋ย A และ B 100%	-	45 ต้น
T2	ปุ๋ย A และ B 75%	25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย	45 ต้น
T3	ปุ๋ย A และ B 75%	25% (1 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ	45 ต้น
T4	ปุ๋ย A และ B 75%	-	45 ต้น

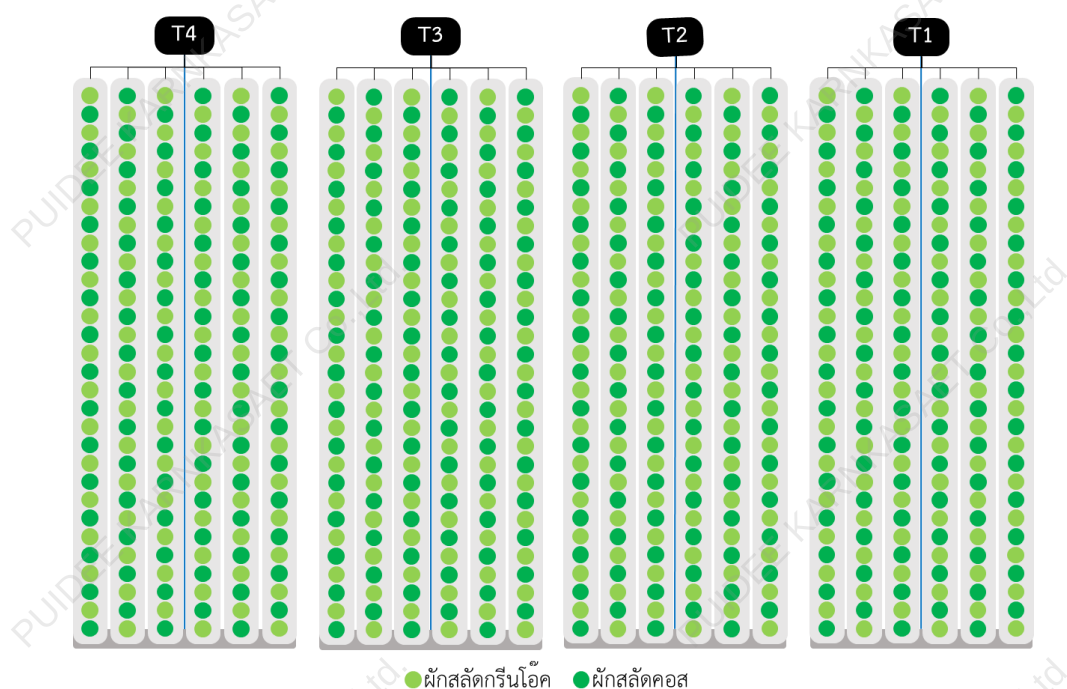
*อัตราการผสม ข.ข้าง 1 เม็ด/น้ำ 20 ลิตร โดยการศึกษาใช้น้ำ 50 ลิตร/กรรมวิธีการทดลอง

1.4 การทดลองครั้งที่ 4 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ข.ข้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนกันยายน-ตุลาคม) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 4 กรรมวิธี (สายพันธุ์ละ 45 ต้น/กรรมวิธี) ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 3

ตารางที่ 5 กรรมวิธีการทดลอง ครั้งที่ 4 ของผักสลัด 2 สายพันธุ์

กรรมวิธี	ปุ๋ยเคมี	ข.ข้าง	หมายเหตุ
T1	ปุ๋ย A และ B 100%	-	
T2	ปุ๋ย A และ B 75%	25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย	
T3	ปุ๋ย A และ B 75%	25% (1 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ	
T4	ปุ๋ย A และ B 75%	-	

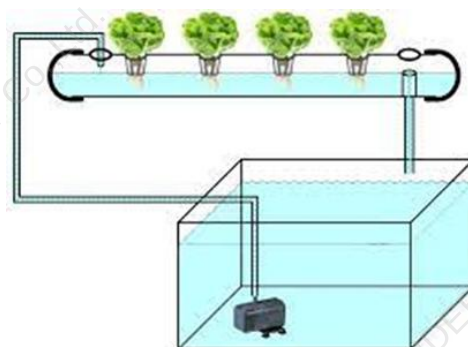
*อัตราการผสม ข.ข้าง 1 เม็ด/น้ำ 20 ลิตร โดยการศึกษาใช้น้ำ 50 ลิตร/กรรมวิธีการทดลอง



ภาพที่ 3 แผนผังการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนของผักสลัด 2 สายพันธุ์



ภาพที่ 4 ผักสลัดในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนอาคารปฏิบัติการและฝึกอบรมทางดินและปุ๋ยชั้นสูง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้



ภาพที่ 5 ระบบ Nutrient Film Technique : NFT



ภาพที่ 6 การเพาะกล้าผักสลัด

2. การทดลองที่ 2 ทดสอบผลผลิตพันธุ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับพริกชี้ฟ้าพันธุ์ใหญ่ สายพันธุ์แดงจินดา (พริกแดงจินดา) ในระบบการเพาะปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน อาคารปฏิบัติการและฝึกอบรมทางดินและปุ๋ยชั้นสูง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

1) อุปกรณ์และวิธีการ เตรียมวัสดุวัสดุปลูก ได้แก่ กาบมะพร้าว (สับกลาง): ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 2:1

- นำต้นกล้าพริกแดงจินดาที่มีอายุ 30-45 วัน มีใบจริง 5 ใบ ที่มีลักษณะดีปราศจากโรคย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 10 นิ้ว ที่มีวัสดุปลูกโดยการปลูกจะนำต้นกล้าลงปลูกแล้ววัดระยะระหว่างใบเลี้ยงห่างจากวัสดุปลูก 2 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี จำนวน 7 ซ้ำดังตารางที่ 6 และภาพที่ 7 ระยะเวลาการดำเนินงานตั้งแต่เดือนมีนาคม 2567 ถึง ตุลาคม 2567

ตารางที่ 6 กรรมวิธีการทดลองภายใต้สภาพโรงเรือนโรงเรือนของพริกแดงจินดา

กรรมวิธี	ปุ๋ยเคมีสูตร	ปริมาณ (กรัม/ต้น)	พ่นทางใบ	ปริมาณ
T1	13-13-21	14	ช.ช้าง	0.01 กรัม/ น้ำ 3.9 ลิตร
T2	13-13-21	10.5		
T3	13-13-21	7		
T4	13-13-21	3.5		
T5	ไม่ใส่	-		
T6	13-13-21	14	ไม่พ่น	-
T7	ไม่ใส่	-		

หมายเหตุ : ทำการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยทางใบทุกๆ 2 สัปดาห์

2) การบันทึกข้อมูล

2.1) วัดความสูงต้น (เซนติเมตร) วัดความสูงโดยใช้ตลับเมตรวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด

2.2) วัดขนาดทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดทรงพุ่มจากทิศเหนือไปทิศใต้ และทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก

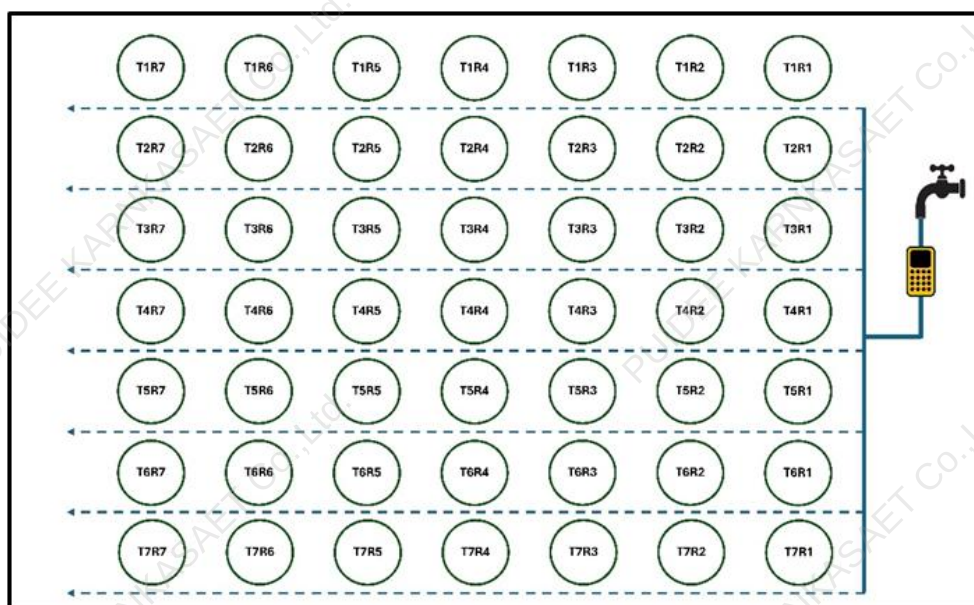
2.3) วัดค่าความเขียวใบ (SPAD unit) โดยเครื่อง Chlorophyll meter ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น SPAD-502Plus วัดใบของกิ่งที่แยกออกทั้ง 4 ทิศ ทิศละ 3 ซ้ำ หลังจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.4) ชั่งและบันทึกน้ำหนัก ขนาดผล ความยาวของพริกผลสดสีเขียวและสีแดง ที่ระยะสุกแก่ผลเขียวและแดง

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) เพื่อระบุความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธี โดยทดสอบ F-value

3.2) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation; %CV)



ภาพที่ 7 แผนผังการทดลองในฟริกแดงจินดาภายใต้สภาพโรงเรือน



ภาพที่ 8 ฟริกแดงจินดาในสภาพโรงเรือน อาคารปฏิบัติการและฝึกอบรมทางดินและปุ๋ยชั้นสูง
คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่



ภาพที่ 9 การวัดขนาดทรงพุ่มและความยาวของผลพริกจินดาแดง

3. การทดลองที่ 3 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับ กาแฟโรบัสต้า 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ

1) อุปกรณ์และวิธีการ ทดสอบกับกาแฟโรบัสต้า จำนวน 5 สายพันธุ์ ที่ต้นมรอายุ 1 ปี โดยวางแผนทดลองแบบ 5x2x3x4 Factorial in Radom Complete Block Design 8 ซ้ำ ดังตารางที่ 7 ภาพที่ 10 และ 11

ตารางที่ 7 ปัจจัยต่างๆ ในการวางแผนการทดลอง แบบ Factorial Design (5x2x3x4)

ปัจจัย (Factors)	รายละเอียด/ระดับของปัจจัย
ปัจจัย A: สายพันธุ์ (5 ระดับ)	A1: สายพันธุ์ที่ 1, A2: สายพันธุ์ที่ 2., A3: สายพันธุ์ที่ 3 A4: สายพันธุ์ที่ 4 และ A5: สายพันธุ์ที่ 5
ปัจจัย B: อัตราการพ่น (2 ระดับ)	B1: พ่นอัตรา 20 มิลลิลิตร และ B2: พ่นอัตรา 40 มิลลิลิตร
ปัจจัย C: จำนวนวันที่พ่นช.ช้าง (3 ระดับ)	C1: ไม่พ่น, C2: พ่นทุก 15 วัน และ C3: พ่นทุก 30 วัน
ปัจจัย D: ระดับแสง (4 ระดับ)	D1: ได้รับแสง 80%, D2: ได้รับแสง 60%, D3: ได้รับแสง 40% และ D4: ได้รับแสง 20%

2) การบันทึกข้อมูล

2.1) วัดความสูงต้น (เซนติเมตร) วัดความสูงโดยใช้ตลับเมตรวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด

2.2) ขนาดของลำต้น (มิลลิเมตร) วัดจากบริเวณห่างจากพื้นดินสู่โคนต้น 10 เซนติเมตร

2.3) วัดขนาดทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ใช้ไม้บรรทัดวัดขนาดทรงพุ่มจากทิศเหนือไปทิศใต้และทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก

2.4) วัดค่าความเขียวใบ (SPAD unit) โดยใช้โดยเครื่อง Chlorophyll meter ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น SPAD-502Plus วัดใบของกิ่งที่แยกออกทั้ง 4 ทิศ ทิศละ 3 ซ้ำ หลังจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย

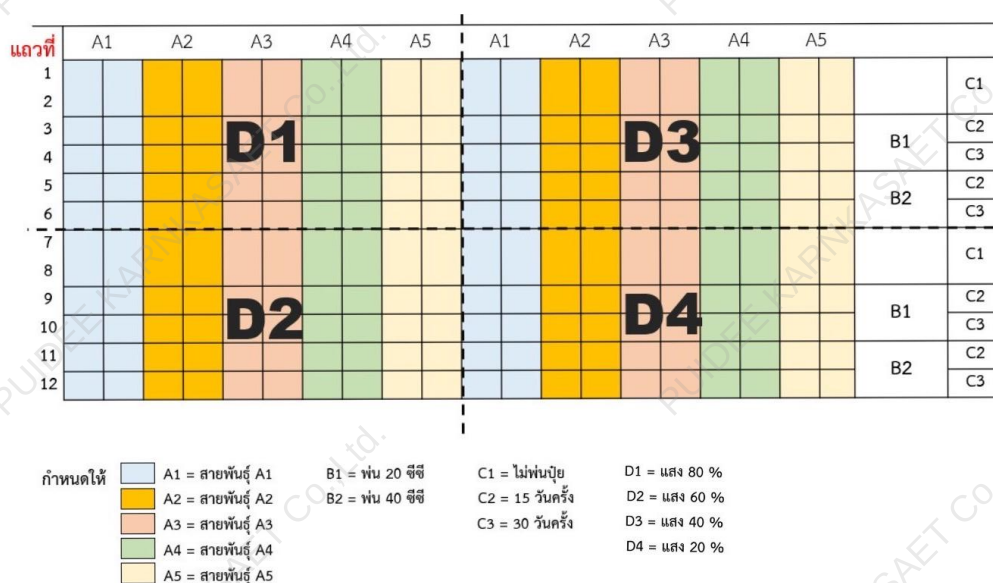
3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) เพื่อระบุความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธี โดยทดสอบ F-value

3.2) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation; %CV)



ภาพที่ 10 แปลงทดลองกาแฟ ณ ศูนย์วิจัยสาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า)



ภาพที่ 11 แผนผังการทดลองในแปลงปลูกกาแฟ



ภาพที่ 12 ความสูงต้นกาแฟและการค่าความเขียวใบ

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือน

1. การทดลองครั้งที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ (กรีนโอ๊คและคอส) ในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคม-เมษายน 2567) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 4 กรรมวิธีดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%
- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 50% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง
- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 25% + ช.ช้าง 50% (1 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง
- กรรมวิธีที่ 4 ช.ช้าง 100% (2 เม็ด + 1/2 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง

1.1 ผลการศึกษาการทดลองครั้งที่ 1 ในผักสลัดกรีนโอ๊ค

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 1 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 16.03, 14.08, 12.97 และ 10.03 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 2 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 16.60, 12.17, 10.07 และ 5.31 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊ค ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 26.40, 23.33, 23.06 และ 21.20 เซนติเมตร ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตักราก)

น้ำหนักสด(ตักราก)ของผักสลัดกรีนโอ๊ค ทั้ง 4 กรรมวิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มากที่สุดรองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 106.38, 76.37, 45.71 และ 24.16 กรัม/ต้น ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 31.30, 30.36, 28.10 และ 15.43 กรัม/ต้น ตามลำดับ

6) ความยาวราก

ความยาวรากของผักสลัดกรีนโอ๊ค ทั้ง 4 กรรมวิธี มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 18.24, 16.94, 15.74 และ 15.35 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค ในการทดลองครั้งที่ 1

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรง พุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตัดราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาว ราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	16.03 a	16.60 a	26.40 a	106.38 a	30.36 a	16.94 ab
T2	14.08 ab	12.17 b	23.06 b	76.37 b	31.30 a	18.24 a
T3	10.03 c	5.31 c	23.33 b	45.71 c	28.10 a	15.35 b
T4	12.97 b	10.07 b	21.20 c	24.16 d	15.43 b	15.74 b
F-test	**	**	**	**	**	*
%CV	9.22	11.73	6.73	22.37	18.92	20.31

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 13 ลักษณะของผักกรีนโอ๊คในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตามกรรมวิธีต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 1

1.2 ผลการศึกษาการทดลองครั้งที่ 1 ในผักสลัดคอส

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 1 พบว่าทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 35.59, 32.12, 30.01 และ 20.33 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 2 พบว่าทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 41.72, 26.73, 26.66 และ 12.62 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดคอสมอสพบว่าทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 34.26, 30.20, 24.06 และ 20.40 เซนติเมตร ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตัดราก)

น้ำหนักสด (ตัดราก) ของผักสลัดคอสมอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่าที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และ กรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 92.86, 64.88, 32.88 และ 14.46 กรัม/ต้น ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดคอสมอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 34.05, 27.05, 17.90 และ 10.05 กรัม/ต้น ตามลำดับ

6) ความยาวราก

ความยาวรากของผักสลัดคอสมอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 29.22, 27.19, 19.00 และ 13.96 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดคอสมอส ในการทดลองครั้งที่ 1

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรงพุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตัดราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาวราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	35.59 a	41.72 a	34.26 a	92.98 a	34.05 a	29.22 a
T2	32.12 ab	26.73 b	30.20 b	64.88 b	27.05 b	27.19 a
T3	20.33 b	12.62 c	24.06 c	34.88 c	17.90 c	13.96 c
T4	30.01 c	26.66 b	20.40 d	14.46 d	10.05 d	19.00 b
F-test	**	**	**	**	**	**
%CV	6.89	8.11	5.10	18.46	15.92	21.65

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 14 ลักษณะของผักสลัดคอสในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตามกรรมวิธีต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 1

2. การทดลองครั้งที่ 2 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ (กรีนโอ๊คและคอส) ในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-พฤษภาคม) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 3 กรรมวิธีดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%
- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 75% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย
- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 75% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ

2.1 ผลการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 2 ในผักสลัดกรีนโอ๊ค

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 2 ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมากรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 14.64, 12.86 และ 12.84 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 2 ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดรองลงมากรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีค่า 18.84, 18.22 และ 16.62 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดรองลงมา คือกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 37.24, 32.46 และ 29.96 เซนติเมตร ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตัดราก)

น้ำหนักสด (ตัดราก) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 76.09, 52.33 และ 50.28 กรัม/ต้น ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดกรีนโอ๊ค ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 28.76, 26.09 และ 22.15 กรัม/ต้น ตามลำดับ

6) ความยาวราก

น้ำหนักรากของผักสลัดกรีนโอ๊ค ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 32.34, 31.55 และ 31.00 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คในการทดลองครั้งที่ 2

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรงพุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตัดราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาวราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	14.68 a	18.22 a	32.46 a	76.09 a	28.76 a	32.34 a
T2	12.86 b	16.62 b	37.24 b	52.33 b	26.09 a	31.55 ab
T3	12.84 b	18.84 a	29.96 b	50.28 b	22.15 b	31.00 b
F-test	*	**	**	**	**	*
%CV	13.74	7.16	4.35	9.06	28.76 a	5.17

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 15 ลักษณะของผักสลัดกรีนโอ๊คในระบบ Hydroponic ตามกรรมวิธีต่างๆ ภายใต้สภาพโรงเรือนในการทดลองครั้งที่ 2

2.2 ผลการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 2 ในผักสลัดคอส

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 1 ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีค่า 32.76, 30.16 และ 25.72 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 2 ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีค่า 35.38, 35.30 และ 30.18 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดคอสทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 2 มีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 35.21, 33.96 และ 32.81 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตตราก)

น้ำหนักสด (ตตราก) ของผักสลัดคอสทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 86.67, 84.24 และ 80.90 กรัม/ต้น ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดคอสทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 28.12, 26.05 และ 22.94 กรัม/ต้น ตามลำดับ

6) ความยาวราก

ความยาวรากของผักสลัดคอสทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 1 โดยมีค่า 40.45, 38.69 และ 36.68 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดคอส ในการทดลองครั้งที่ 2

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรง พุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตตราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาวราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	32.76 a	35.30 a	33.81	86.67 a	28.12 a	36.68 b
T2	25.72 b	30.18 b	35.21	84.24 ab	26.05 ab	38.69 ab
T3	30.16 ab	35.38 a	33.96	80.90 b	22.94 b	40.45 a
F-test	**	**	ns	**	**	**
%CV	8.63	2.71	13.15	7.67	16.83	8.04

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 16 ลักษณะของผักสลัดคอในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตามกรรมวิธีต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 2

3. การทดลองครั้งที่ 3 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ (กรีนโอ๊คและคอส) ในช่วงฤดูฝน (เดือนสิงหาคม-กันยายน 2567) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 3 กรรมวิธีดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%
- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 75% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย
- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 75% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ
- ปุ๋ย A และ B 75%

3.1 ผลการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 3 ในผักสลัดกรีนโอ๊ค

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 3 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 12.94, 12.73, 12.23 และ 11.45 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 3 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า โดยมีค่า 15.42, 14.98, 13.82 และ 13.21 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดรองลงมาคือ

กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 35.46, 32.72, 32.16 และ 31.46 เซนติเมตร/ตัน ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตัดราก)

น้ำหนักสด (ตัดราก) ของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 83.62, 79.11, 77.16 และ 75.60 กรัม/ตัน ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 16.52, 15.76, 15.49 และ 13.79 กรัม/ตัน ตามลำดับ

6) ความยาวราก

ความยาวรากของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 1 โดยมีค่า 34.22, 32.75, 32.40 และ 29.72 เซนติเมตร/ตัน ตามลำดับ

ตารางที่ 12 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คในการทดลองครั้งที่ 3

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรงพุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตัดราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาวราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	12.73 a	14.98 ab	32.16 b	83.62	15.49 b	29.72 b
T2	12.94 a	15.42 a	35.46 a	77.16	16.52 a	34.22 a
T3	12.23 ab	13.82 bc	32.72 b	79.11	13.79 c	32.40 ab
T4	11.45 b	13.21 c	31.46 b	75.60	15.76 b	32.75 a
F-test	*	*	**	ns	**	**
%CV	5.61	7.36	9.58	15.61	4.36	11.98

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 17 ลักษณะของผักสลัดกรีนโอ๊คในระบบ Hydroponic ตามกรรมวิธีต่างๆ ภายใต้สภาพโรงเรือนในการทดลองครั้งที่ 3

3.2 ผลการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 3 ในผักสลัดคอส

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 3 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 30.60, 29.33, 28.37 และ 28.19 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 3 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 34.62, 34.06, 32.01 และ 31.22 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดรองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 38.37, 35.09, 34.60 และ 33.72 เซนติเมตร เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตัดราก)

น้ำหนักสด (ตัดราก) ของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 72.06, 66.41, 66.39 และ 64.69 กรัม/ต้น ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 15.94, 14.48, 14.10 และ 12.99 กรัม/ต้น ตามลำดับ

6) ความยาวราก

ความยาวรากของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีค่า 38.06, 35.70, 35.45 และ 34.96 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดคอส ในการทดลองครั้งที่ 3

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรง พุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตัดราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาวราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	30.60	34.62 a	38.37 a	72.06 a	14.10 b	38.06
T2	28.37	32.01 b	35.09 ab	66.39 b	15.94 a	34.96
T3	29.33	34.06 a	34.60 ab	66.41 b	12.99 c	35.70
T4	28.19	31.22 b	33.72 b	64.69 b	14.48 b	35.45
F-test	ns	**	**	**	**	ns
%CV	4.84	3.36	14.34	8.35	4.92	18.37

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 18 ลักษณะของผักสลัดคอสในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตามกรรมวิธีต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 3

4. การทดลองครั้งที่ 4 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ (กรีนโอ๊คและคอส) ในช่วงในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนกันยายน-ตุลาคม) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 3 กรรมวิธีดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%
- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 75% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย
- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 75% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ
- ปุ๋ย A และ B 75%

4.1 ผลการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 4 ในผักสลัดกรีนโอ๊ค

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 4 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีค่า 13.26, 12.42, 11.09 และ 9.74 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดกรีนโอ๊คครั้งที่ 3 ทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 4 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีค่า 12.63, 12.20, 11.78 และ 11.12 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 25.76, 25.30, 23.04 และ 22.68 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตัดราก)

น้ำหนักสด (ตัดราก) ของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 2 โดยมีค่า 60.61, 59.24, 48.64 และ 47.45 กรัม/ต้น ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 4 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 17.75, 15.63, 12.23 และ 11.02 กรัม/ต้น ตามลำดับ

6) ความยาวราก

ความยาวรากของผักสลัดกรีนโอ๊คทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 33.27, 31.40, 28.76 และ 27.98 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช่วง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คในการทดลองครั้งที่ 4

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรงพุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตัดราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาวราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	30.60	11.09 b	11.78	60.61 a	15.63 a	28.76 b
T2	28.37	9.74 c	11.12	47.45 b	12.23 b	33.27 a
T3	29.33	13.26 a	12.20	48.64 b	11.02 b	27.98 b
T4	28.19	12.42 a	12.63	59.24 a	17.75 a	31.40 ab
F-test	ns	**	ns	**	**	**
%CV	4.84	4.30	13.12	17.84	21.16	18.72

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 19 ลักษณะของผักสลัดกรีนโอ๊ค ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตามกรรมวิธีต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 4

4.2 ผลการศึกษาในการทดลองครั้งที่ 4 ในผักสลัดคอส

1) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 1

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 4 ทั้ง 4 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 32.14, 29.18, 27.67 และ 26.49 SPAD unit ตามลำดับ

2) ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยความเขียวใบของผักสลัดคอสครั้งที่ 3 ทั้ง 4 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 30.59, 27.88, 25.92 และ 25.90 SPAD unit ตามลำดับ

3) ขนาดทรงพุ่ม

ขนาดทรงพุ่มของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 3 มีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดรองลงมาคือ

กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 1 โดยมีค่า 30.56, 28.68, 24.92 และ 23.43 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

4) น้ำหนักสด (ตัดราก)

น้ำหนักสด (ตัดราก) ของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีค่า 107.83, 94.38, 84.20 และ 81.90 กรัม/ต้น ตามลำดับ

5) น้ำหนักราก

น้ำหนักรากของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 โดยมีค่า 19.86, 17.44, 17.12 และ 12.45 กรัม/ต้น ตามลำดับ

6) ความยาวราก

ความยาวรากของผักสลัดคอสทั้ง 4 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 1 โดยมีค่า 39.91, 38.83, 38.44 และ 29.74 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดคอสในการทดลองครั้งที่ 4

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยความเขียวใบ (SPAD unit)		ขนาดทรง พุ่ม (cm)	น้ำหนักสด (ตัดราก) (g)	น้ำหนักราก (g)	ความยาวราก (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
T1	32.14	27.88	23.43 b	94.38 ab	17.12 b	29.74 b
T2	27.67	25.92	28.68 a	107.83 a	19.86 a	38.83 a
T3	26.49	30.59	30.56 a	84.22 b	12.45 c	39.91 a
T4	29.18	25.90	24.92 b	81.90 b	17.44 ab	38.44 a
F-test	ns	ns	**	**	**	**
%CV	11.03	10.76	13.81	20.45	21.59	18.58

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 20 ลักษณะของผักสลัดคอสในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือนตามกรรมวิธีต่างๆ ในการทดลองครั้งที่ 4

การทดลองที่ 2 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกแดงจินดาภายใต้สภาพโรงเรือน

ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับพริกชี้หนูผลใหญ่ สายพันธุ์แดงจินดา (พริกแดงจินดา) ในระบบการเพาะปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน ระยะเวลาการดำเนินงานตั้งแต่เดือนมีนาคม 2567 ถึง ตุลาคม 2567 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี จำนวน 7 ซ้ำ ดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 14 กรัม/ต้น+พ่น ช.ช้าง
- กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 10.5 กรัม/ต้น+พ่น ช.ช้าง 7 วัน/ครั้ง
- กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 7 กรัม/ต้น+พ่น ช.ช้าง
- กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 3.5 กรัม/ต้น+พ่น ช.ช้าง
- กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใส่ปุ๋ย+พ่น ช.ช้าง
- กรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 14 กรัม/ต้น+ไม่พ่น ช.ช้าง
- กรรมวิธีที่ 7 ไม่ใส่ปุ๋ย+ไม่พ่น ช.ช้าง

1) ความสูงของพริกแดงจินดา

ความสูงของพริกแดงจินดา 1 วันหลังปลูกไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ความสูงของพริกแดงจินดา 14 วันหลังปลูกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีความสูงที่สุทธองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 6 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 7 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 5 โดยมีค่า 12.64, 12.21, 11.57, 11.71, 11.16, 11.07 และ 10.14 เซนติเมตร ตามลำดับ

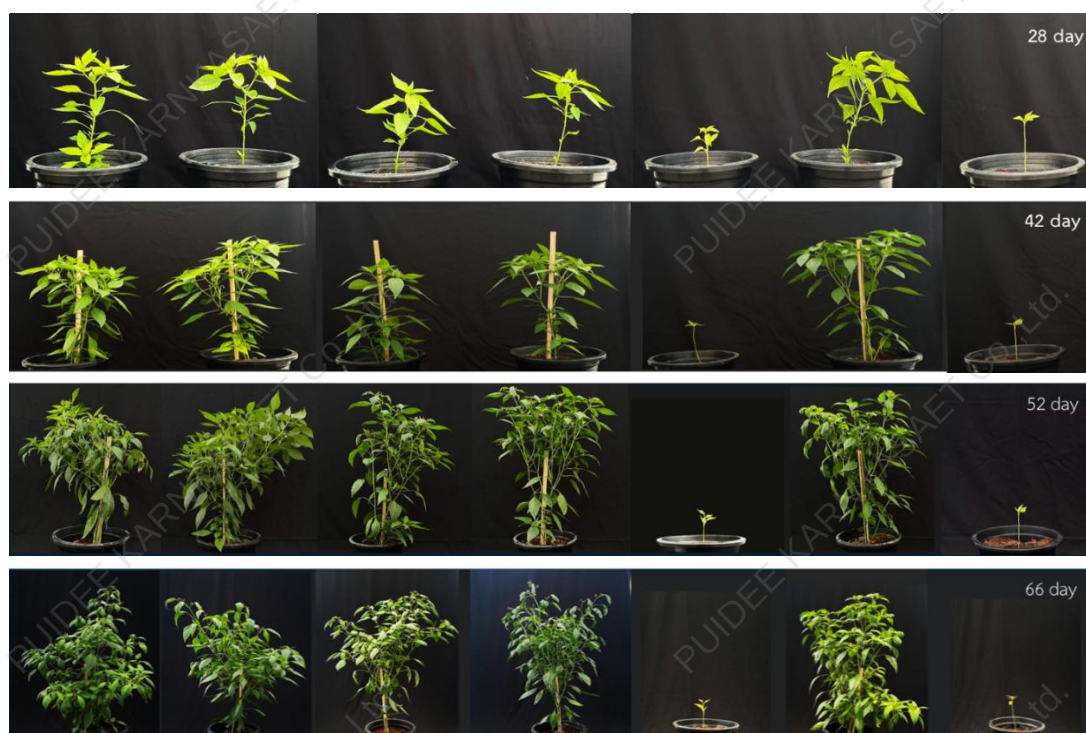
ความสูงของพริกแดงจินดา 28 วันหลังปลูกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดรองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 7 กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 6 โดยมีค่า 22.71, 21.93, 20.86, 20.78, 20.43, 19.73, และ 19.02 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ความสูงของต้นพริกอายุ 42, 56 และ 70 วันหลังปลูกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 6 (26.86-64.00 เซนติเมตร/ต้น) กรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 7 (9.51-13.49 เซนติเมตร/ต้น) ดังตารางที่ 16 และภาพที่ 21

ตารางที่ 16 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นพริกตามกรรมวิธีการทดลอง

กรรมวิธี	ความสูง (cm)					
	1 วัน	14 วัน	28 วัน	42 วัน	56 วัน	70 วัน
1	13.23	12.64 a	17.00 ab	29.47 a	47.36 a	57.71 a
2	12.84	12.21 ab	16.40 bc	26.86 a	47.29 a	57.71 a
3	14.66	11.07 bc	16.34 bc	29.50 a	54.00 a	61.57 a
4	14.84	11.57 abc	16.57 abc	27.79 a	47.86 a	64.00 a
5	13.86	10.14 c	9.51 d	11.93 b	12.87 b	12.40 b
6	13.83	11.71 ab	19.57 a	30.14 a	47.14 a	60.93 a
7	14.81	11.16 abc	13.49 c	12.36 b	11.05 b	13.17 b
F-test	ns	*	**	**	**	**
%CV.	13.55	12.04	18.79	21.30	28.80	28.75

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 21 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นพริก

2) ขนาดทรงพุ่มของพริกแดงจินดา

ผลของการใช้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตด้านขนาดของต้นพริก พบว่าขนาดของทรงพุ่ม 14, 28, 42, 56 และ 70 วันความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งทางทิศเหนือไปยังทิศใต้ (NS) และทางทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก (EW)

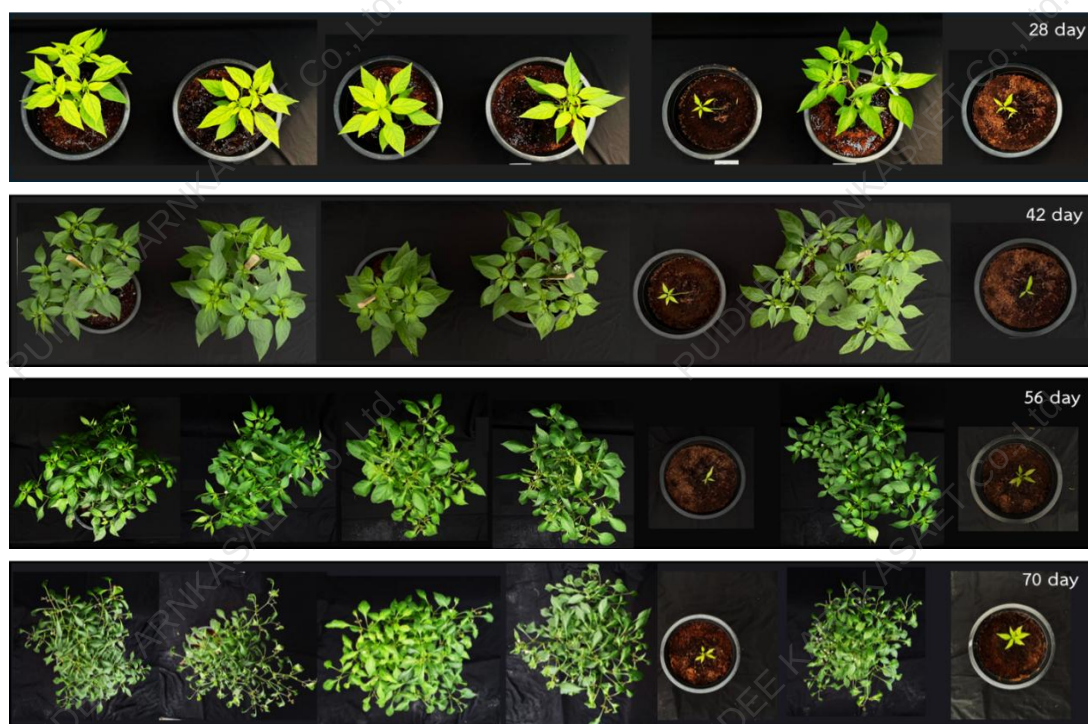
ขนาดทรงพุ่มของต้นพริก 14 วันหลังปลูก พบว่าขนาดทรงพุ่มทางทิศเหนือไปยังทิศใต้ (NS) กว้างที่สุดคือกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 มีขนาดทรงพุ่ม 10.79, 10.21 และ 10.00 เซนติเมตร ตามลำดับรองมาคือกรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 7 มีขนาดทรงพุ่ม 8.50, 8.07, 7.53 และ 7.08 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทางทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก (EW) กว้างที่สุดคือกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 6 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 7 มีขนาดทรงพุ่ม 11.07, 10.71, 10.36 และ 8.00 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับรองมาคือกรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 มีขนาดทรงพุ่ม 7.84, 7.34 และ 7.00 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

การจากเปรียบเทียบขนาดทรงพุ่มของต้นพริก 28, 42, 56 และ 70 วันหลังปลูก พบว่าขนาดทรงพุ่มทางทิศเหนือไปยังทิศใต้ (NS) และขนาดทรงพุ่มทางทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก (EW) กว้างที่สุดคือกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 6 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 16.13-60.00 เซนติเมตร/ต้น กรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 7 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 5.83-10.86 เซนติเมตร/ต้น ดังตารางที่ 17 และภาพที่ 22

ตารางที่ 17 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มของต้นพริกตามกรรมวิธีการทดลอง

กรรมวิธี	14 วัน		28 วัน		42 วัน		56 วัน		70 วัน	
	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
1	10.79 a	11.07 a	20.14 a	20.97 a	32.64 a	33.10 a	38.21 a	40.64 a	55.00 a	51.36 a
2	10.21 ab	10.36 a	16.83 a	16.86 ab	28.64 a	29.29 a	38.64 a	39.14 a	60.00 a	56.43 a
3	7.53 d	7.00 b	16.86 a	17.00 ab	32.07 a	33.29 a	41.00 a	37.36 a	56.85 a	56.57 a
4	8.50 bcd	7.34 b	16.76 a	16.13 b	31.93 a	32.57 a	41.71 a	38.64 a	56.71 a	53.14 a
5	8.07 cd	7.84 b	7.00 b	7.46 c	8.86 b	9.18 b	8.00 b	5.46 b	7.36 b	10.86 b
6	10.00 abc	10.71 a	17.64 a	18.00 ab	31.07 a	32.71 a	43.71 a	47.57 a	56.71 a	61.86 a
7	7.08 d	8.00 a	6.34 b	7.15 c	6.29 b	7.14 b	6.00 b	10.46 b	5.83 b	7.04 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
%CV.	20.91	19.29	26.74	26.46	22.63	24.67	29.86	30.82	26.66	22.85

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 22 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มของต้นพริก

3) ความเขียวใบของพริกแดงจินดา

ความเขียวใบพริก 14 วันหลังทดลอง พบว่า ความเขียวใบพริกในทิศเหนือและทิศใต้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความเขียวใบพริกทิศตะวันออกความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 6 มีความเขียวใบมากที่สุด 31.81, 31.63, 60.94 และ 29.06 SPAD unit ตามลำดับรองมาคือ กรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 7 มีค่าความเขียวใบ 23.20, 22.67 และ 22.47 SPAD unit ตามลำดับ ความเขียวใบในทิศตะวันตกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 6 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 พบว่าค่าความเขียวใบที่อายุ 28 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ความเขียวใบ 42, 56 และ 70 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 6 มีค่าความเขียวใบมากที่สุดเฉลี่ย 31.39-52.01 SPAD unit รองลงมากรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 7 มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 5.90-15.52 SPAD unit ดังตารางที่ 18 และตารางที่ 19

ตารางที่ 18 การเจริญเติบโตด้านความเขียวของใบพริกแดงจินดาที่อายุ 14, 28 และ 42 วัน

กรรมวิธี	14 วัน				28 วัน				42 วัน	
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S
1	30.70 ab	24.59 ab	31.81 a	30.17 a	21.80	20.34	23.09	21.25	34.93 ab	36.19 a
2	33.77 a	30.07 a	31.63 a	33.63 a	26.13	25.73	26.99	30.81	31.60 ab	33.13 a
3	27.30 ab	28.23 a	30.94 a	29.65 ab	24.53	25.86	30.57	30.10	34.67 ab	31.59 a
4	27.63 ab	25.01 ab	22.67 b	28.97 ab	26.47	31.06	27.77	27.63	37.70 a	36.39 a
5	24.11 b	24.56 ab	23.20 b	21.26 c	-	-	-	-	12.66 c	13.31 b
6	29.54 ab	17.43 b	29.06 a	29.79 a	25.81	27.24	24.89	23.57	29.37 b	32.96 a
7	23.37 b	17.43 b	22.47 b	23.87 bc	12.63	9.73	21.44	26.09	11.70 c	12.23 b
F-test	ns	ns	**	**	ns	ns	Ns	ns	**	**
%CV.	25.36	31.72	17.73	17.04	22.34	32.47	28.96	24.90	21.25	20.22

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 19 การเจริญเติบโตด้านความเขียวของใบพริกแดงจินดาที่อายุ 42, 56 และ 70 วัน

กรรมวิธี	42 วัน				56 วัน				70 วัน	
	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
1	33.77 ab	37.60a	46.10 a	43.61 ab	43.86a	43.27a	43.11a	40.83a	47.59a	40.11a
2	31.39 b	33.84 ab	42.43 a	39.31b	41.01 a	38.67b	48.93a	43.06a	52.01a	47.64a
3	32.63 ab	30.94 ab	40.70 a	42.53 ab	41.46 a	40.37a	46.46a	43.00a	44.7a	41.34a
4	38.16 a	37.54 a	43.87 a	43.69 ab	42.31 a	42.68a	46.90a	43.41a	49.10a	45.07a
5	15.52 c	10.94 c	14.64 b	11.04 c	8.85 b	13.03b	12.94b	7.4 b	6.30b	11.39b
6	31.59 b	28.79 b	47.27 a	45.40 a	46.81 a	45.27 a	48.54 a	44.24 a	50.64 a	43.46 a
7	12.38 c	17.43 c	19.82 b	14.69 c	11.22 b	17.20 b	12.22 b	11.80 b	13.04 b	5.90 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
%CV.	20.33	25.43	17.96	14.41	23.95	25.20	23.94	29.10	28.37	28.37

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

4) ปริมาณและคุณภาพของพริกแดงจินดา

ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริก เก็บผลเมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2567 พริกมีอายุ 88 วัน โดยน้ำหนักพริกรวมต่อต้นและจำนวนผลต่อต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่น้ำหนักผลผลิตที่สามารถเก็บได้เฉลี่ย 24.50-30.51 กรัม/ต้น และจำนวนผลต่อต้นเฉลี่ย 9.83-11.50 เม็ด

น้ำหนักพริกสดต่อลูกความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักพริกสดมากที่สุด 2.72 กรัม/ผล ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 น้ำหนักพริกสดต่อลูกเฉลี่ย 2.67 กรัม/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 โดยมีน้ำหนักพริกสดเฉลี่ย 2.62, 2.56 และ 2.46 กรัม/ผล

ความยาวของพริกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 6 และกรรมวิธีที่ 2 มีความยาวมากที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 79.70 และ 79.36 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 มีความยาวเฉลี่ย 77.90 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ 3 มีความยาวเฉลี่ย 73.58 และ 72.70 มิลลิเมตร/ผล ขนาดของพริกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กรรมวิธีที่ 1 มีขนาดของพริกใหญ่ที่สุดเฉลี่ย 9.06 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือ กรรมวิธีที่

6 มีขนาดของพริกเฉลี่ย 8.69 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 มีขนาดของพริกเฉลี่ย 7.98 และ 7.94 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 ขนาดของพริกเฉลี่ย 7.61 มิลลิเมตร/ผล ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกแดงจินดา ในวันที่ 6 กรกฎาคม 2567

กรรมวิธี	น้ำหนักรวม (กรัม)	จำนวนผล (เม็ดต่อต้น)	น้ำหนักผลสด/ผล (กรัม)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ขนาด (มิลลิเมตร)
1	30.51	11.21	2.72 a	77.90 b	9.06 a
2	27.67	10.36	2.67 ab	79.36 a	7.98 c
3	25.14	9.83	2.56 c	72.70 c	7.61 d
4	24.50	9.95	2.46 d	73.58 c	7.94 c
5	—	—	—	—	—
6	30.19	11.50	2.62 bc	79.70 a	8.69 b
7	—	—	—	—	—
F-test	ns	ns	**	**	**
%CV.	18.99	18.93	3.42	1.71	2.48

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกแดงจินดา เก็บผลผลิตเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2567 พริกมีอายุ 102 วัน โดยน้ำหนักพริกรวมต่อต้นและจำนวนผลต่อต้น พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยมีน้ำหนักผลผลิตที่สามารถเก็บได้เฉลี่ย 38.32-45.77 กรัม/ต้น และจำนวนผลต่อต้นเฉลี่ย 12.83-14.50 เม็ด/ต้น น้ำหนักพริกสดต่อลูกความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักพริกสดต่อลูกมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.22 และ 3.17 กรัม/ผล รองมาคือกรรมวิธีที่ 6 มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.12 รองมาคือกรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.06 และ 2.96 กรัม/ผล

ความยาวของพริกแดงจินดาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 6 มีความยาวมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ 2 มีความยาวเฉลี่ย 84.70 และ 84.35 มิลลิเมตร รองมาคือกรรมวิธีที่ 1 มีความยาวเฉลี่ย 82.90 มิลลิเมตร/ผล และกรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 มีความยาวเฉลี่ย 78.58 และ 77.70 มิลลิเมตร/ผล

ขนาดของพริกแดงจินดาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 1 มีขนาดใหญ่ที่สุดเฉลี่ย 9.55 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 ขนาดเฉลี่ย 9.19 มิลลิเมตร/ผล กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 มีขนาดเฉลี่ย 8.48 และ 8.44 มิลลิเมตร/ผล และ กรรมวิธีที่ 3 มีขนาดเฉลี่ย 8.11 มิลลิเมตร/ผล ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกจินดาแดง ในวันที่ 20 กรกฎาคม 2567

กรรมวิธี	น้ำหนักรวม (กรัม)	จำนวนผล (เม็ดต่อต้น)	น้ำหนักผลสด/ผล (กรัม)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ขนาด (มิลลิเมตร)
1	45.77	14.20	3.22 a	82.90 b	9.55 a
2	42.35	13.36	3.17 ab	84.35 a	8.48 c
3	39.27	12.83	3.06 cd	77.70 c	8.11 d
4	38.35	12.94	2.96 d	78.58 c	8.44 c
5	—	—	—	—	—
6	45.30	14.50	3.12 bc	84.70 a	9.19 b
7	—	—	—	—	—
F-test	Ns	ns	**	**	**
%CV.	14.89	14.74	2.87	1.60	2.34

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกแดงจินดาเก็บผลผลิตเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2567 พริกมีอายุ 116 วัน โดยมีน้ำหนักพริกรวม/ต้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักของพริกรวมมากที่สุดเฉลี่ย 40.57 กรัม/ต้น รองมาคือ กรรมวิธีที่ 6 กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 2 พริกสดรวมต่อต้นเฉลี่ย 40.15, 37.33 และ 34.39 กรัม

จำนวนผลต่อต้นพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

น้ำหนักผลสดต่อผลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักผลสดมากที่สุดเฉลี่ย 3.07 กรัม/ผล ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักผลสดต่อผลเฉลี่ย 3.01 กรัม/ผล รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 และกรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักผลสดเฉลี่ย 2.97 และ 2.91 กรัม/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 มีน้ำหนักผลสดเฉลี่ย 2.81 กรัม/ผล

ความยาวของพริกแดงจินดาที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 6 และกรรมวิธีที่ 2 มีความยาวที่สุดเฉลี่ย 82.20 และ 81.85 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 มีความยาวเฉลี่ย 80.40 มิลลิเมตร/ผล กรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 มีความยาวเฉลี่ย 76.08 และ 75.20 มิลลิเมตร/ผล

ขนาดของพริกแดงจินดาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กรรมวิธีที่ 1 มีขนาดของพริกใหญ่ที่สุดเฉลี่ย 9.30 มิลลิเมตร/ผล และกรรมวิธีที่ 6 มีขนาดของพริกเฉลี่ย 8.94 มิลลิเมตร/ผล รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 4 มีขนาดของพริกเฉลี่ย 8.23 และ 8.19 มิลลิเมตร/ผล และกรรมวิธีที่ 3 มีขนาดของพริกเฉลี่ย 7.86 มิลลิเมตร/ผล ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลของการใช้ปุ๋ยต่อปริมาณและคุณภาพของพริกแดงจินดา ในวันที่ 3 สิงหาคม 2567

กรรมวิธี	น้ำหนักรวม (กรัม)	จำนวนผล (เม็ดต่อต้น)	น้ำหนักผลสด/ผล (กรัม)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ขนาด (มิลลิเมตร)
1	40.57 a	13.20	3.07 a	80.40 b	9.30 a
2	37.33 ab	12.36	3.01 ab	81.85 a	8.23 c
3	34.39 ab	11.83	2.91 cd	75.20 c	7.86 d
4	33.60 b	11.94	2.81 d	76.08 c	8.19 c
5	—	—	—	—	—
6	40.15 ab	13.50	2.97 bc	82.20 a	8.94 b
7	—	—	—	—	—
F-test	*	ns	**	**	**
%CV.	16.04	15.91	3.01	1.65	2.40

หมายเหตุ : a, b และ c แสดงความเหมือน หรือความแตกต่างภายในกลุ่ม และ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, ** หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

การทดลองที่ 3 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับ กาแฟโรบัสต้า 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ

ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับ กาแฟโรบัสต้า 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติระยะเวลาดำเนินงานตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2567 ถึง ตุลาคม 2567 โดยวางแผนทดลองแบบ 5x2x3x4 Factorial in RCBD 8 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 ปัจจัยหลัก ได้แก่

- ปัจจัย A: สายพันธุ์ (5 ระดับ) โดยที่ A1: สายพันธุ์ที่ 1, A2: สายพันธุ์ที่ 2., A3: สายพันธุ์ที่ 3 A4: สายพันธุ์ที่ 4 และ A5: สายพันธุ์ที่ 5
- ปัจจัย B: อัตราการพ่น (2 ระดับ) โดยที่ B1: พ่นอัตรา 20 มิลลิลิตร และ B2: พ่นอัตรา 40 มิลลิลิตร
- ปัจจัย C: จำนวนวันที่พ่นช.ช้าง (3 ระดับ) โดยที่ C1: ไม่พ่น, C2: พ่นทุก 15 วัน และ C3: พ่นทุก 30 วัน
- ปัจจัย D: ระดับแสง (4 ระดับ) โดยที่ D1: ได้รับแสง 80%, D2: ได้รับแสง 60%, D3: ได้รับแสง 40% และ D4: ได้รับแสง 20%

1) ความสูงของต้นกาแฟโรบัสต้าในระยะเวลา 5 เดือน

1.1) ปัจจัย A (สายพันธุ์) ความสูงในเดือนมิถุนายนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A1 มีความสูงมากที่สุดค่าเฉลี่ย 64.5 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A5, A2 และ A4 มีค่าความสูงเฉลี่ย 61.8, 59.8, 59.2 และ 54.6 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนกรกฎาคม ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A1 มีความสูงมากที่สุดค่าเฉลี่ย 68.0 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A5, A2 และ A4 มีค่าความสูงเฉลี่ย 66.6, 66.2, 64.3 และ 58.2 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A1 มีความสูงมากที่สุดค่าเฉลี่ย 71.0 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A5, A2 และ A4 มีค่าความสูงเฉลี่ย 70.3, 68.0, 66.1 และ 61.3 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนกันยายน ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A1 มีความสูงมากที่สุดค่าเฉลี่ย 72.5 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A5, A3, A2 และ A4 มีค่าความสูงเฉลี่ย 72.0, 71.5 และ 65.9 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A1 มีความสูงมากที่สุดค่าเฉลี่ย 76.0 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A5, A2 และ A4 มีค่าความสูงเฉลี่ย 75.5, 72.5, 72.4 และ 66.8 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.2) ปัจจัย B (อัตราการใส่ปุ๋ย) ความสูงในเดือนตุลาคมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอัตราปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิลิตร มีความสูงที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 74.1 เซนติเมตร รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 40 มิลลิลิตร มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 71.1 เซนติเมตร

1.3) ปัจจัย C จำนวนวันที่พ่น ข.ช่วง ความสูงในเดือนตุลาคมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการพ่น ข.ช่วง 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 74.3 เซนติเมตร รองลงมาคือ การพ่นปุ๋ย 30 วัน/ครั้ง และไม่พ่น ข.ช่วง มีค่าเฉลี่ย 71.9 และ 71.7 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.4) ปัจจัย D (ความเข้มของแสง)

เดือนกรกฎาคม ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 68.8 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 20%, 80% และ 60% มีค่าความสูงเฉลี่ย 63.8, 63.5 และ 62.5 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 70.7 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่าความสูงเฉลี่ย 69.0, 65.3 และ 64.2 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนกันยายน ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 80% มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 73.4 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 40%, 20% และ 60% มีค่าความสูงเฉลี่ย 71.4, 67.1 และ 66.4 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 78.9 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 60% และ 20% มีค่าความสูงเฉลี่ย 76.0, 69.3 และ 69.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 23 และภาพที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อความสูงของต้นกาแฟ

ปัจจัย	ความสูง (เซนติเมตร)				
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
A1 สายพันธุ์ที่ 1	64.5 a	68.0 a	71.0 a	72.5 a	76.0 a
A2 สายพันธุ์ที่ 2	59.2 b	64.3 b	66.1 b	65.9 b	72.4 a
A3 สายพันธุ์ที่ 3	61.8 ab	66.6 ab	70.3 a	71.5 a	75.5 a
A4 สายพันธุ์ที่ 4	54.6 c	58.2 c	61.3 c	65.9 b	66.8 b
A5 สายพันธุ์ที่ 5	59.8 b	66.2 ab	68.0 ab	72.0 a	72.5 a
F-test	**	**	**	**	**
B1 พ่นปุ๋ยอัตรา 20 มิลลิลิตร	59.6	65	67.8	70.9	74.1 a
B2 พ่นปุ๋ยอัตรา 40 มิลลิลิตร	60.4	64.4	66.9	68.3	71.1 b
F-test	ns	ns	ns	ns	*
C1 ไม่พ่น	59.4	64.6	66.5	68.4	71.7 a
C2 15 วัน/ครั้ง	60.5	65.6	68	70.9	74.3 a
C3 30 วัน/ครั้ง	60	63.8	67.6	69.4	71.9 a
F-test	ns	ns	ns	ns	*
D1 ได้รับแสง 80 %	58.4	63.5 b	69.0 a	73.4 a	76.0 a
D2 ได้รับแสง 60 %	59.3	62.5 b	64.2 b	66.4 b	69.3 b
D3 ได้รับแสง 40 %	61.7	68.8 a	70.7 a	71.4 a	78.9 a
D4 ได้รับแสง 20 %	60.6	63.8 b	65.3 b	67.1 b	69.3 b
F-test	ns	**	**	**	**
A x B	ns	ns	ns	ns	ns
A x C	ns	ns	ns	ns	ns
A x D	ns	ns	ns	*	ns
B x C	ns	ns	ns	*	**
B x D	ns	ns	*	ns	ns
C x D	ns	*	*	*	ns
A x B x C	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x D	ns	ns	ns	**	ns
A x C x D	ns	ns	ns	ns	ns
B x C x D	ns	ns	*	ns	**
A x B x C x D	*	*	*	ns	**
% CV	13.02	12.94	13.85	14.46	12.84

ns = not significant at $P < 0.05$ *, ** = There are statistical differences. At significant at $P > 0.05$



ภาพที่ 23 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นกาแฟ

2) ขนาดของลำต้นกาแฟโรบัสต้าในระยะเวลา 5 เดือน

2.1) ปัจจัย A (สายพันธุ์) ขนาดลำต้นในเดือนกันยายน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A3 มีขนาดลำต้นมากที่สุดค่าเฉลี่ย 10.1 มิลลิเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A1, A2, A5 และ A4 มีค่าความสูงเฉลี่ย 9.3, 9.3, 9.3 และ 9.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2.2) ปัจจัย B (อัตราการใส่ปุ๋ย)

เดือนสิงหาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอัตราปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิลิตร มีขนาดลำต้นมากที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 7.9 มิลลิเมตร รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 40 มิลลิลิตร มีขนาดลำต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 7.6 มิลลิเมตร

เดือนตุลาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยอัตราปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิลิตร มีขนาดลำต้นมากที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 9.0 มิลลิเมตร รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 40 มิลลิลิตร มีขนาดลำต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 8.4 มิลลิเมตร

2.3) ปัจจัย C (จำนวนวันที่พ่น ช.ข้าง)

เดือนมิถุนายน ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการพ่น ช.ข้าง 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 7.4 มิลลิเมตร รองลงมาคือไม่พ่น ช.ข้าง และการพ่นปุ๋ย 30 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ย 7.1และ 6.9 มิลลิเมตรตามลำดับ ขนาดลำต้นใน

เดือนกรกฎาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่การพ่น ช.ข้าง 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.1 มิลลิเมตร รองลงมาคือไม่พ่น ช.ข้าง และการพ่นปุ๋ย 30 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ย 7.9และ 7.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการพ่น ข.ช่วง 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.8 มิลลิเมตร รองลงมาคือการพ่นปุ๋ย 30 วัน/ครั้ง และไม่พ่น ข.ช่วง มีค่าเฉลี่ย 8.2 และ 6.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เดือนกันยายน ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการพ่น ข.ช่วง 30 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 10.0 มิลลิเมตร รองลงมาคือไม่พ่น ข.ช่วง และการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ย 9.2 และ 9.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดลำต้นในเดือน

เดือนตุลาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการพ่น ข.ช่วง 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.1 มิลลิเมตร รองลงมาคือการพ่นปุ๋ย 30 วัน/ครั้ง และไม่พ่น ข.ช่วง มีค่าเฉลี่ย 8.6 และ 8.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2.4) ปัจจัย D (ความเข้มของแสง)

เดือนกรกฎาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.2 มิลลิเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ย 8.1, 7.7 และ 7.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 20% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.2 มิลลิเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 60%, 80% และ 40% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ย 8.0, 7.4 และ 7.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เดือนกันยายน ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 80% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 10.2 มิลลิเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 40%, 20% และ 60% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ย 10.0, 8.8 และ 8.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดลำต้น

เดือนตุลาคม ขนาดลำต้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.3 มิลลิเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่าขนาดลำต้นเฉลี่ย 9.1, 8.3 และ 8.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 24 และภาพที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อขนาดของลำต้นกาแฟ

ปัจจัย	ขนาดของลำต้น (มิลลิเมตร)				
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
A1 สายพันธุ์ที่ 1	7.2	8.0	7.9	9.3 b	8.6
A2 สายพันธุ์ที่ 2	7.3	7.9	7.7	9.3 b	8.7
A3 สายพันธุ์ที่ 3	7.4	8.0	8.0	10.1 a	9.2
A4 สายพันธุ์ที่ 4	6.9	7.6	7.4	9.2 b	8.3
A5 สายพันธุ์ที่ 5	6.9	7.7	7.6	9.3 b	8.8
F-test	ns	ns	ns	**	ns
B1 พ่นปุ๋ยอัตรา 20 มิลลิลิตร	7.2	7.9	7.9 a	9.6	9.0 a
B2 พ่นปุ๋ยอัตรา 40 มิลลิลิตร	7	7.8	7.6 b	9.3	8.4 b
F-test	ns	ns	*	ns	**
C1 ไม่พ่น	7.1 ab	7.9 ab	6.2 c	9.2 b	8.4 b
C2 15 วัน/ครั้ง	7.4 a	8.1 a	8.8 a	9.2 b	9.1 a
C3 30 วัน/ครั้ง	6.9 b	7.5 b	8.2 b	10.0 a	8.6 ab
F-test	*	**	**	**	*
D1 ได้รับแสง 80 %	7.3	8.1 a	7.4 b	10.2 a	9.1 a
D2 ได้รับแสง 60 %	7	7.5 b	8.0 a	8.7 b	8.2 b
D3 ได้รับแสง 40 %	7.2	8.2 a	7.3 b	10.0 a	9.3 a
D4 ได้รับแสง 20 %	7.1	7.7 ab	8.2 a	8.8 b	8.3 b
F-test	ns	*	**	**	**
A x B	ns	ns	**	ns	ns
A x C	ns	ns	ns	ns	ns
A x D	ns	ns	*	**	*
B x C	ns	ns	ns	ns	ns
B x D	ns	ns	ns	*	ns
C x D	*	*	**	ns	ns
A x B x C	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x D	ns	ns	ns	ns	ns
A x C x D	ns	ns	ns	ns	ns
B x C x D	ns	ns	ns	**	ns
A x B x C x D	ns	ns	ns	ns	ns
% CV	15.15	15.04	14.33	15.21	18.44

ns = not significant at $P < 0.05$ *, ** = There are statistical differences. At significant at $P > 0.05$



ภาพที่ 24 การเจริญเติบโตด้านขนาดลำต้นของต้นกาแฟ

3) ขนาดทรงพุ่มของกาแฟโรบัสต้าในระยะเวลา 5 เดือน

3.1) ปัจจัย A (สายพันธุ์)

เดือนกรกฎาคม ทิศตะวันออก-ตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสายพันธุ์ A2 มีขนาดทรงพุ่มกว้างมากที่สุดค่าเฉลี่ย 40.4 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A1, A5, A4 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 38.8, 38.4, 36.9 35.4 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศเหนือ-ทิศใต้และทิศตะวันออก-ตะวันตก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดย ทิศเหนือ-ทิศใต้ สายพันธุ์ A3 มีขนาดทรงพุ่มกว้างมากที่สุดค่าเฉลี่ย 66.1 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A5, A2, A1 และ A4 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 64.8, 54.7, 54.1 และ 48.3 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศตะวันออก-ตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A5 มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด 66.4 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A1, A2 และ A4 มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 61.9, 58.2, 52.9 และ 52.7 เซนติเมตร ตามลำดับ

3.2) ปัจจัย B (อัตราการใส่ปุ๋ย)

เดือนมิถุนายน ทิศตะวันออก-ตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอัตราปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิลิตร มีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 37.3 เซนติเมตร รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 40 มิลลิลิตร มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 35.0 เซนติเมตร

เดือนกรกฎาคม ทิศตะวันออก-ตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอัตราปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิกรัม มีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 39.0 เซนติเมตร รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 40 มิลลิกรัม มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 36.9 เซนติเมตร

เดือนกันยายน ทิศตะวันออก-ตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยอัตราปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิกรัม มีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 58.2 เซนติเมตร รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 40 มิลลิกรัม มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 51.9 เซนติเมตร

เดือนตุลาคม ทิศตะวันออก-ตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอัตราปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิกรัม มีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 61.4 เซนติเมตร รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 40 มิลลิกรัม มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 55.4 เซนติเมตร

3.3) ปัจจัย C (จำนวนวันที่พ่น ช.ช้าง)

เดือนกรกฎาคม ทิศเหนือ-ทิศใต้ ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการพ่น (ช.ช้าง) 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 40.0 เซนติเมตร รองลงมาคือ การพ่นปุ๋ย 30 วัน/ครั้ง และไม่พ่น ช.ช้าง มีค่าเฉลี่ย 38.4 และ 35.5 ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศตะวันออก-ตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการพ่น ช.ช้าง 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 62.5 เซนติเมตร รองลงมาคือ การพ่นปุ๋ย 30 วัน/ครั้ง และไม่พ่น ช.ช้าง มีค่าเฉลี่ย 58.5 และ 54.2 เซนติเมตร ตามลำดับ

3.4) ปัจจัย D (ความเข้มของแสง)

เดือนมิถุนายน ทิศเหนือ-ทิศใต้ และทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยทิศเหนือ-ทิศใต้ พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 42.6 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 20%, 60% และ 80% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 36.2, 36.1 และ 34.6 เซนติเมตร ตามลำดับ และทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุด คือ 40.1 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 20%, 80% และ 60% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 36.1, 34.3 และ 34.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนกรกฎาคม ทิศเหนือ-ทิศใต้ และ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยทิศเหนือ-ทิศใต้ พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 41.7 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 20%, 60% และ 80% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 38.3, 38.0 และ 33.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 41.9 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 20%, 60% และ 80% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 37.7, 36.9 และ 35.4 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ทิศเหนือ-ทิศใต้ และ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 53.4 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่า

ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 45.2, 40.7 และ 38.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 52.2 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 42.8, 42.8 และ 39.7 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนกันยายน ทิศเหนือ-ใต้ และ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยทิศเหนือ-ทิศใต้ พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 66.0 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 60% และ 20% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 60.9, 52.1 และ 45.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 65.4 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 60% และ 20% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 57.4, 49.5, 48.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศเหนือ-ใต้ และ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยทิศเหนือ-ทิศใต้ พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 66.5 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 60% และ 20% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 60.9, 51.8 และ 51.1 เซนติเมตร ตามลำดับ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก พื้นที่ที่ได้รับแสง พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 67.4 เซนติเมตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่าขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 61.5, 54.7 และ 50.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 25 และภาพที่ 25 และ 26

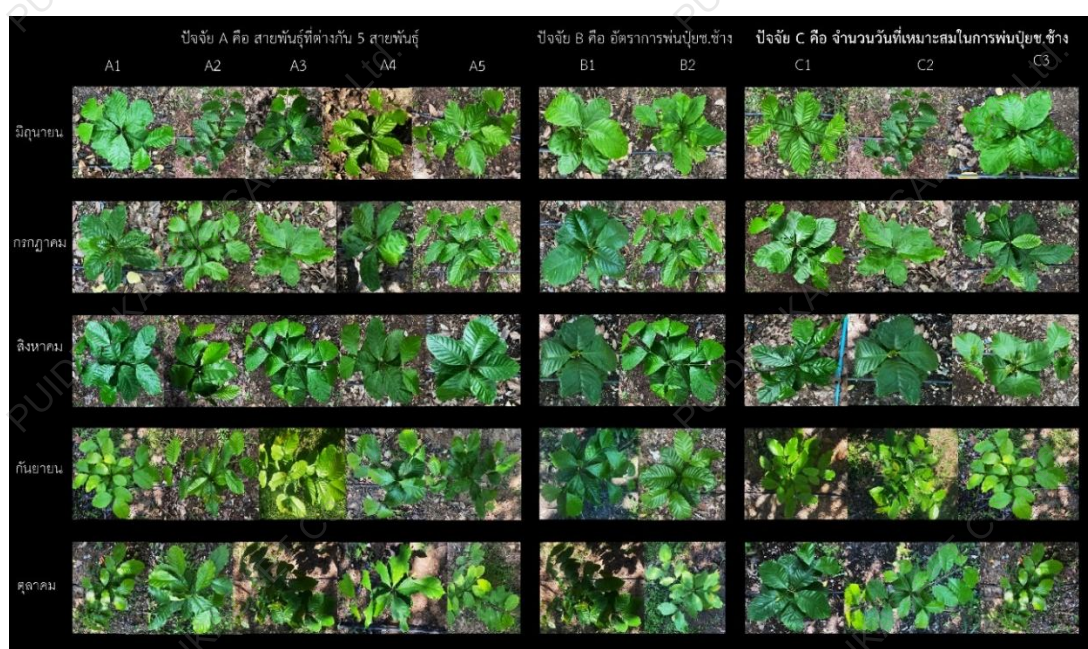
ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อขนาดของทรงพุ่มกาแฟ

ปัจจัย	ขนาดของทรงพุ่ม (เซนติเมตร)									
	มิถุนายน		กรกฎาคม		สิงหาคม		กันยายน		ตุลาคม	
	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W
A1 สายพันธุ์ที่1	37.9	36.4	37.6	38.4 abc	45.9	45.4	56.3	55.4	54.1 b	58.2 bc
A2 สายพันธุ์ที่2	37.1	37.7	39.7	40.4 a	43.4	48.2	56.6	56.7	54.7 b	52.9 c
A3 สายพันธุ์ที่3	38.2	37	39.2	38.8 ab	47.9	44.8	60	55.2	66.1 a	61.9 ab
A4 สายพันธุ์ที่4	35.9	33.4	36.5	35.4 c	38.9	39.9	51.1	48.9	48.3 b	52.7 c
A5 สายพันธุ์ที่5	37.8	36.1	36.9	36.9 bc	45.5	46.6	57	59	64.8 a	66.4 a
F-test	Ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	**
B1 พ่นปุ๋ยอัตรา 20 มิลลิลิตร	37	37.3 a	38.1	39.0 a	45.8	46.7	56.5	58.2 a	59	61.4 a
B2 พ่นปุ๋ยอัตรา 40 มิลลิลิตร	37.8	35.0 b	37.8	36.9 b	42.8	43.3	55.8	51.9 b	56.2	55.4 b
F-test	Ns	*	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	*
C1 ไม่พ่น	35.8	34.8	35.5 b	37	43.3	43.6	53.1	52.5	57	54.2 b
C2 15 วันครั้ง	39.3	37.5	40.0 a	38.8	45.9	46.8	59.1	57.1	58.6	62.5 a
C3 30 วันครั้ง	37.1	36	38.4 a	38.2	43.8	44.5	56.4	55.5	57.1	58.5 ab
F-test	Ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
D1 แสง 80 %	34.6 b	34.3 b	33.8 c	35.4 b	45.2 b	42.8 bc	60.9 a	57.4 b	60.9 a	61.5 a
D2 แสง 60 %	36.1 b	34.0 b	38.0 b	36.9 b	38.0 c	39.7 c	52.1 b	49.5 c	51.8 b	50.0 b
D3 แสง 40 %	42.6 a	40.1 a	41.7 a	41.9 a	53.4 a	52.2 a	66.0 a	65.4 a	66.5 a	67.4 a
D4 แสง 20 %	36.2 b	36.1 b	38.3 b	37.7 b	40.7 bc	42.8 bc	45.8 b	48.0 c	51.1 b	54.7 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
A x B	Ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
A x C	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x D	Ns	ns	*	**	ns	**	*	**	ns	**
B x C	Ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B x D	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C x D	Ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x C	Ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x D	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x C x D	Ns	ns	*	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
B x C x D	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x C x D	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	**
% CV	24.53	23.35	23.49	19.94	36.37	30.61	32.36	30.14	36.57	30.22

ns = not significant at $P < 0.05$ *,** = There are statistical differences. At significant at $P > 0.05$



ภาพที่ 25 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มทึบหน่อ-ใต้ของต้นกาแฟ



ภาพที่ 26 การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มทึบหน่อ-ตะวันออก-ตะวันตกของต้นกาแฟ

4) ความเขียวใบของกาแฟโรบัสต้าในระยะเวลา 5 เดือน

4.1) ปัจจัย A (สายพันธุ์)

เดือนมิถุนายน ทิศเหนือความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A1 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 50.9 SPAD unit รองลงมาเป็น A4, A2, A5 และ A3 มีค่าเฉลี่ย 50.5, 50.3, 47.5 และ 45.3 SPAD unit ตามลำดับ ทิศใต้ความเขียวใบมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A4 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 51.5 รองลงมาเป็น A2, A5, A1 และ A3 มีค่าเฉลี่ย 51.1, 50.5, 48.3, 46.6 และ 45.8 SPAD unit ตามลำดับ ทิศตะวันออกความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสายพันธุ์ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 52.9 SPAD unit รองลงมาเป็น A4, A1, A3 และ A2 มีค่าเฉลี่ย 49.0, 48.6, 46.6 และ 45.8 SPAD unit ตามลำดับ และทิศตะวันตกความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสายพันธุ์ A4 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 50.6 SPAD unit รองลงมาเป็น A5, A1, A2 และ A3 มีค่าเฉลี่ย 49.9, 48.3, 47.9 และ 45.4 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนกรกฎาคม ทิศใต้ ความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A3 และ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 50.8 และ 50.8 SPAD unit รองลงมาเป็น A4, A1, A2 มีค่าเฉลี่ย 50.0, 47.7 และ 47.7 SPAD unit ตามลำดับ และทิศตะวันตกความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสายพันธุ์ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 51.3 SPAD unit รองลงมาเป็น A4, A3, A2 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 51.0, 49.2, 48.6 และ 47.4 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ทิศเหนือและทิศใต้ ความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยทิศเหนือสายพันธุ์ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 54.3 SPAD unit รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A4, A2 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 52.8, 51.2, 50.2 และ 48.6 SPAD unit ตามลำดับ ความเขียวใบในเดือนสิงหาคม ทิศใต้สายพันธุ์ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 54.8 SPAD unit รองลงมาคือสายพันธุ์ A3, A4, A2 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 51.0, 51.0, 49.4 และ 49.1 SPAD unit ตามลำดับ ทิศตะวันตกความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสายพันธุ์ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 53.0 SPAD unit รองลงมาเป็น A4, A3, A2 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 50.6, 50.1, 49.6 และ 47.7 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนกันยายน ทิศใต้มีความความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสายพันธุ์ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 52.4 SPAD unit รองลงมาเป็น A3, A4, A2 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 50.9, 49.3, 48.4 และ 48.2 SPAD unit ตามลำดับ ทิศตะวันออกความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสายพันธุ์ A5 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 52.1 SPAD unit รองลงมาเป็น A4, A3, A2 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 50.9, 50.2, 48.8 และ 47.5 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศเหนือและทิศใต้มีความความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยทิศเหนือสายพันธุ์ A3 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 52.4 SPAD unit รองลงมาคือสายพันธุ์ A5, A2, A4 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 51.8, 48.7, 48.7 และ 47.8 SPAD unit ตามลำดับ ทิศใต้สายพันธุ์ A3 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 52.1 SPAD unit รองลงมาคือสายพันธุ์ A5, A4, A1 และ A2 มีค่าเฉลี่ย 50.8, 48.3, 48.1 และ 47.9 SPAD unit ตามลำดับ ทิศตะวันออกความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสายพันธุ์ A3 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 52.0 SPAD unit รองลงมาเป็น A5, A2, A4 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 50.9, 50.7, 49.6 และ 47.2 SPAD unit ตามลำดับ ทิศตะวันตกความเขียวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสาย

พันธุ์ A3 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 51.5 SPAD unit รองลงมาเป็น A5, A2, A4 และ A1 มีค่าเฉลี่ย 50.8, 49.2, 48.9 และ 47.6 SPAD unit ตามลำดับ

4.2) ปัจจัย B (อัตราการใส่ปุ๋ย)

เดือนมิถุนายน ทิศเหนือ ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการไม่พ่นปุ๋ย (ข.ข้าง) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 52.2 SPAD unit รองลงมาเป็นการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง และการพ่น ข.ข้าง 30 วัน/ มีค่าเฉลี่ย 47.6 และ 47.4 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ทิศใต้ ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 52.6 SPAD unit รองลงมาเป็นการพ่น ข.ข้าง 30 วัน/ครั้ง และการไม่พ่น ข.ข้าง มีค่าเฉลี่ย 50.7 และ 49.8 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนกันยายน ทิศตะวันออก ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 52.1 SPAD unit รองลงมาเป็นการไม่พ่น ข.ข้าง และการพ่นปุ๋ย (ข.ข้าง) 30 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ย 48.2 และ 48.2 ตามลำดับ

4.3) ปัจจัย C (จำนวนวันที่พ่น ข.ข้าง)

เดือนกันยายน ทิศตะวันออก ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 52.3 SPAD unit รองลงมาเป็นการพ่น ข.ข้าง 30 วัน/ครั้ง และการไม่พ่น ข.ข้าง มีค่าเฉลี่ย 50.4 และ 49.0 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศใต้ ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 50.8 SPAD unit รองลงมาเป็นการพ่น ข.ข้าง 30 วัน/ครั้ง และการไม่พ่น ข.ข้าง มีค่าเฉลี่ย 49.8 และ 47.7 SPAD unit ตามลำดับ
ทิศตะวันออกความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 51.8 SPAD unit รองลงมาเป็นการไม่พ่น ข.ข้าง และการพ่น ข.ข้าง 30 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ย 50.0 และ 48.6 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศตะวันตก ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการพ่นปุ๋ย 15 วัน/ครั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 51.3 รองลงมาเป็นการพ่น ข.ข้าง 30 วัน/ครั้ง และการไม่พ่น ข.ข้าง มีค่าเฉลี่ย 49.6 และ 47.9 SPAD unit ตามลำดับ

4.4) ปัจจัย D (ความเข้มของแสง)

เดือนมิถุนายน ทิศเหนือ มีความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 60% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 51.3 SPAD unit รองลงมาเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสง 40%, 80% และ 20% มีค่าเฉลี่ย 51.0, 47.9 และ 45.3 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนกรกฎาคม ทิศเหนือมีความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 67.2 SPAD unit รองลงมาเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสง 20%, 80% และ 60% มีค่าเฉลี่ย 50.6, 49.1 และ 47.8 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนสิงหาคม ทิศตะวันออก ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 54.7 SPAD unit รองลงมาเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 60% และ 20% มีค่าเฉลี่ย 50.5, 50.5 และ 48.6 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนสิงหาคมทิศตะวันตกความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 54.7 SPAD unit รองลงมาเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่าเฉลี่ย 50.3, 48.4 และ 49.3 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนกันยายน ทิศใต้ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 52.4 SPAD unit รองลงมาเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 20% และ 60% มีค่าเฉลี่ย 49.5, 49.4 และ 48.0 SPAD unit ตามลำดับ ทิศตะวันตก ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 52.2 SPAD unit รองลงมาเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสง 20%, 80% และ 60% มีค่าเฉลี่ย 51.6, 50.8 และ 47.7 SPAD unit ตามลำดับ

เดือนตุลาคม ทิศตะวันออก ความเขียวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 52.3 SPAD unit รองลงมาเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสง 80%, 60% และ 20% มีค่าเฉลี่ย 49.9, 49.4 และ 48.8 SPAD unit ตามลำดับ ดังตารางที่ 26, 27 และภาพที่ 29

ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อความเขียวใบกาแฟ

ปัจจัย	ความเขียวใบ (SPAD unit)									
	มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม	
	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	เหนือ	ใต้
A1 สายพันธุ์ที่ 1	50.9 a	48.3 ab	48.6 b	48.3 ab	56.2	47.7 b	48	47.4 c	48.6 c	49.1b
A2 สายพันธุ์ที่ 2	50.3 a	51.1 a	45.8 b	47.9 ab	48.2	47.7 b	49.2	48.6 bc	50.2 bc	49.4 b
A3 สายพันธุ์ที่ 3	45.3 b	44.0 b	46.6 b	45.4 b	51.2	50.8 a	51.1	49.2 abc	52.8 ab	51.0 b
A4 สายพันธุ์ที่ 4	50.5 a	51.5 a	49.0 ab	50.6 a	60.6	50.0 ab	50	51.0 ab	51.2 abc	51.0 b
A5 สายพันธุ์ที่ 5	47.5 ab	50.5 a	52.9 a	49.9 a	52.3	50.8 a	51.8	51.3 a	54.3 a	54.8 a
F-test	**	**	*	*	ns	**	ns	*	**	**
B1 พ่นปุ๋ยอัตรา 20 มิลลิลิตร	49.2	50	49.4	49	57.8	50.3	50.7	49.5	52	51.8
B2 พ่นปุ๋ยอัตรา 40 มิลลิลิตร	48.6	48.1	47.8	47.8	49.6	48.9	49.4	49.5	50.9	50.3
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C1 ไม่พ่น	48.9	52.2 a	47.8	48.7	49.4	49.5	50.7	49.2	50.4	49.8 b
C2 15 วัน	48.9	47.6 b	49.1	48.4	62.5	50.3	49.2	49.4	52.4	52.6 a
C3 30 วัน	48.8	47.4 b	48.9	48.2	49.2	49	50.3	49.9	51.5	50.7 ab
F-test	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
D1 แสง 80%	47.9 b	50.6	48.2	49.1	49.1 b	48.9	50.8	49	51.8	50.6
D2 รับแสง 60%	51.3 a	48.7	49.1	47.3	47.8 b	48.3	48.4	48.3	50.1	50.9
D3 รับแสง 40%	51.0 a	49.6	50.6	49.5	67.2 a	51.4	51.5	51.2	53.5	53
D4 รับแสง 20%	45.3 b	47.2	46.4	47.7	50.6 b	50	49.5	49.6	50.3	49.7
F-test	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	Ns
A x B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x D	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**
B x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B x D	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C x D	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*
A x B x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x D	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns
A x C x D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B x C x D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x C x D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	**
% CV	17.62	22.26	21.41	15.99	77.72	13.55	14.9	12.84	14.62	14.25

ns = not significant at $P < 0.05$ *,** = There are statistical differences. At significant at $P > 0.05$

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าแต่ละสายพันธุ์ต่อการใช้ปุ๋ยทางใบในอัตราและความถี่ที่ต่างกันต่อความเขียวใบกาแฟ (ต่อ)

ปัจจัย	ความเขียวใบ (SPAD unit)									
	สิงหาคม			กันยายน				ตุลาคม		
	ตะวันออก	ตะวันตก	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก	เหนือ	ใต้	ตะวันออก	ตะวันตก
ปัจจัย A คือ สายพันธุ์ที่ต่างกัน 5 สายพันธุ์										
A1 สายพันธุ์ที่ 1	48.6	47.7 b	47.8	48.2 b	47.5 c	49.7	47.8 b	48.1 c	47.2 b	47.6 c
A2 สายพันธุ์ที่ 2	51	49.6 b	57.4	48.4 b	48.8 bc	49.1	48.7 b	47.9 c	50.7 a	49.2 abc
A3 สายพันธุ์ที่ 3	51.5	50.1 ab	51.1	50.9 ab	50.2 abc	50.8	52.4 a	52.1 a	52.0 a	51.5 a
A4 สายพันธุ์ที่ 4	51.2	50.6 ab	50.4	49.3 b	50.9 ab	51.2	48.7 b	48.3 bc	49.6 ab	48.9 bc
A5 สายพันธุ์ที่ 5	53.1	53.0 a	52.4	52.4 a	52.1 a	52	51.8 a	50.8 ab	50.9 a	50.8 ab
F-test	ns	*	ns	*	*	ns	**	**	**	*
ปัจจัย B คือ อัตราการพ่น.ข้าง										
B1 พ่นปุ๋ยอัตรา 20 มิลลิลิตร	51.1	50.4	53.8	50.2	49.7	50.5	50.3	49.5	50.6	50.1
B2 พ่นปุ๋ยอัตรา 40 มิลลิลิตร	51.1	50	49.8	49.5	50.1	50.6	49.4	49.4	49.6	49.1
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัย C คือ จำนวนวันที่เหมาะสมในการพ่น.ข้าง										
C1 ไม่พ่น	50.3	49.2	49.7	48.6	48.2 b	49.0 b	48.7	47.7 b	48.6 b	47.9 b
C2 15 วันครั้ง	51.5	51.2	52.1	51.1	52.1 a	52.3 a	51.2	50.8 a	51.8 a	51.3 a
C3 30 วันครั้ง	51.5	50.1	53.7	49.8	48.2 b	50.4 ab	49.7	49.8 ab	50.0 ab	49.6 ab
F-test	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	*	**	**
ปัจจัย D คือ พื้นที่ที่ได้รับแสง										
D1 รับแสง 80%	50.5 b	50.3 ab	49.8	49.5 b	49.6	50.8 a	50	49.2	49.9 b	50.1
D2 รับแสง 60%	50.5 b	49.3 b	49	48.0 b	48.2	47.7 b	49.3	49.2	49.4 b	49.3
D3 รับแสง 40%	54.7 a	52.8 a	54	52.4 a	51.1	52.2 a	51.3	51	52.3 a	50.4
D4 รับแสง 20%	48.6 b	48.4 b	54.5	49.4 b	50.7	51.6 a	48.9	48.3	48.8 b	48.6
F-test	**	*	ns	*	ns	**	ns	ns	*	ns
A x B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
A x D	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
B x C	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	*
B x D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C x D	ns	**	ns	*	*	**	**	**	*	**
A x B x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x D	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	*	ns
A x C x D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B x C x D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	**	**
A x B x C x D	*	*	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	**
% CV	15.82	14.58	39.98	14.14	15.09	14.99	12.75	13.55	12.84	12.85

ns = not significant at $P < 0.05$ *, ** = There are statistical differences. At significant at $P > 0.05$



ภาพที่ 27 การเจริญเติบโตด้านขนาดลำต้นของต้นกาแฟ

วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของ ผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือน ระยะเวลา: ทดลอง 4 ครั้งในฤดูกาลต่างๆ (ฤดูร้อน, ฤดูฝน, ปลายฤดูฝน)

จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า ช.ช้าง มีผลกระทบที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดทั้งในด้านน้ำหนักราก ขนาดทรงพุ่ม และความเขียวของใบ ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการใช้ ช.ช้าง ส่วนพืชที่ได้รับ ช.ช้าง แสดงถึงการพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในหลายด้านหนึ่งในผลกระทบที่เด่นชัดคือ น้ำหนักราก ที่มีการพัฒนาอย่างโดดเด่น เมื่อเทียบกับพืชที่ไม่ได้รับ ช.ช้าง น้ำหนักรากที่เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตของรากที่แข็งแรง ซึ่งสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพและส่งผลให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ปลูก โดยเฉพาะในการปลูกไร้ดิน ซึ่งความแข็งแรงของรากเป็นปัจจัยสำคัญในการดูดซึมสารอาหารจากสารละลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์เพชร และคณะ (2567) การพ่นกรดอะมิโนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี 75% ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักโขมไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี 100% แต่ดีกว่ากลุ่มควบคุม จึงสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง 25% ช่วยลดต้นทุนการผลิต Miceli et al. (2019) มีรายงานว่า การใช้ GA3 ที่ความเข้มข้น 10^{-6} M ในสารละลายธาตุอาหาร จะช่วยเสริมผลการเจริญเติบโตของผักกาดหอม เพิ่มน้ำหนักราก มีระบบรากที่แข็งแรงและสามารถดูดซับสารอาหารได้ดีขึ้น S. Khan, et al. (2019) ซึ่งรายงานว่า กรดอะมิโนจำเป็นที่สำคัญต่อ L-methionine ช่วยเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้น โดยความเข้มข้น 0.2 มก./ลิตร ให้ผลดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม Y. Aghaye Noroozlo, et al. (2019) ได้รายงานว่า กรดอะมิโนในความเข้มข้นต่ำ (250 มก./ลิตร) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโต สี และคุณภาพของใบในระดับต่ำถึงปานกลาง แสดงถึงศักยภาพในการใช้เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตในพืชผักใบ เช่น ผักกาดหอม พงษ์เพชร และคณะ (2567) มีการรายงานว่า การพ่นกรดอะมิโนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี 75% ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักโขมไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี 100% แต่ดีกว่ากลุ่มควบคุม จึงสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง 25% ช่วยลดต้นทุนการผลิต de Moura et al. (2023) พบว่าการใช้สารชีวมิคนีตพ่นทางใบในผักกาดหอม มีผลต่อการเจริญเติบโตของยอดและราก เช่น ความสูงของต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างของช่อดอก และเพิ่มระดับความเขียวใบ ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสง ปริมาณที่เหมาะสมต่อการฉีดพ่นของผักกาดหอมของพันธุ์ Elba คือ 3.0 mg/L Ugur (2556) ศึกษาผลการใช้กรดชีวมิคต่อผลผลิตและคุณภาพของผักใบเขียว ใช้กรดชีวมิค 0.1, 0.2, 0.4 และ 0.8 % ในสารละลาย 2 ครั้ง หลักหว่านเมล็ด พบว่าการใช้กรดชีวมิค 0.8 % มีประสิทธิผลต่อผลผลิต ทำให้ผลผลิตของผักโขมเพิ่มขึ้นในอัตรา 68% ผักร็อกเก็ต 57% และ ผักโขม 78% ปริมาณกรดชีวมิค 0.4% ช่วยเพิ่มความยาวใบ ความกว้างใบทำให้เพิ่มขึ้น และมีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น Raheem et al. (2018) ศึกษาการใช้กรดชีวมิคทางใบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม ทำการพ่นกรดชีวมิคเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่า ปริมาณของกรดชีวมิคที่ฉีดพ่นทางใบมีผลต่อค่าความเขียวใบ ความสูงของลำต้น น้ำหนักผลผลิต ซึ่ง

จากงานวิจัยของ จันทพร และคณะ (2566) ได้พบว่าผักสลัดที่ปลูกแบบใช้ดินและไม่ใช้ดินให้ค่าปริมาณกรดฟีนอลิกที่ไม่แตกต่างกันในการปลูกทั้งสองรูปแบบและในงานวิจัยของ ทิพวรรณ และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาปริมาณกรดฟีนอลิกในผักกาดหอมทั้ง 4 พันธุ์ได้แก่ กรีนคอส กรีนโอ๊ค ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก และ เรดคอรัล พบว่าพันธุ์เรดคอรัลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด การใช้กรดฟีนอลิกในระดับสูงจะมีผลการยับยั้งการเจริญเติบโตการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของรากและใบและเมื่อใช้ในระดับต่ำจะช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการพัฒนาของรากและใบโดยลดความเครียดจากอนุมูลอิสระและตอบสนองต่อฮอร์โมนการเจริญเติบโต ลือชัย (2554)

การทดลองที่ 2 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกแดงจินดาภายใต้สภาพโรงเรือน

จากการทดลองใช้ ช.ช้าง ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (13-13-21) ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าการใช้ ช.ช้างร่วมกับปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในด้านการเจริญเติบโตของต้นพริกแดงจินดาซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้นขนาดของทรงพุ่มกว้างขึ้น และใบเขียวเข้มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตพริกมีปริมาณและน้ำหนักมากขึ้น Hammamet et al. (2020) ได้รายงานว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการพ่นกรดอะมิโน ที่ 200 ppm ส่งผลให้พารามิเตอร์การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณแคปไซซินของพริก สูงสุด Sarojnee et al. (2009) มีการรายงานว่าการใช้สารกระตุ้นชีวภาพจากกรดอะมิโนในการเพิ่มผลผลิตพริก โดยมีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยเพิ่มความสูงของพืช เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม จำนวนกิ่ง น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน ความยาวของผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล เปอร์เซ็นต์ของเนื้อผลแห้ง ปริมาณกรดแอสคอร์บิก และผลผลิตที่สามารถจำหน่ายได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sokmawati (2023) แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นมะเขือเทศคือการให้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน 100 ppm ทุกๆ 7 วัน, ทุกๆ 14 วัน และทุกๆ 21 วัน ซึ่งมีผลต่อจำนวนใบ, จำนวนผล, และน้ำหนักของมะเขือเทศ งานวิจัยของ Yasmin et al. (2014) แสดงให้เห็นว่าการให้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินที่ความเข้มข้น 50 ppm และ 100 ppm ในช่วงเริ่มต้นของการออกดอกเพื่อการสร้างตาดอก และเริ่มต้นของการเกิดผลและการออกดอกและผลจะช่วยเพิ่มความสูงของต้นพริกที่มีขนาดใหญ่ Zamljen et al. (2021) ซึ่งรายงานว่าการกระตุ้นชีวภาพ (สาหร่ายสีเขียวและกรดอะมิโน) มีผลต่อคุณภาพผลพริกแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ โดยกรดอะมิโนให้ผลดีที่สุดในการเพิ่มปริมาณสารเมแทบอลิต์ โดยเฉพาะใน 'Chilli AS-Rot' ขณะที่สาหร่ายสีเขียวมีผลกระทบเด่นชัดต่อปริมาณแคปไซซินใน 'Somborka' จากการศึกษาของ Jan et al. (2020) ทดลองฉีดพ่นในพริก 2 สายพันธุ์ ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกต่างกัน (0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อลิตร) ในแปลง การใส่กรดฮิวมิกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพริก พบว่าจำนวนใบต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางก้าน จำนวนผล น้ำหนักผล ซึ่งอัตราที่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่นทางใบ คือ อัตรา 50 กรัมต่อลิตรจะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด Yildirim (2007) ศึกษาใช้ปุ๋ยทางใบในมะเขือเทศ โดยทำการพ่นกรดฮิวมิกในความเข้มข้นต่าง 4 ครั้ง ในช่วงระยะการเจริญเติบโต พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความสูงของผล น้ำหนักผลเฉลี่ย และจำนวนผลต่อต้นเพิ่มขึ้น ซึ่งความ

เข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่นทางใบ คือ 20 มิลลิลิตรต่อลิตรช่วยให้มะเขือเทศเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีขึ้น

การทดลองที่ 3 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับ กาแฟโรบัสต้า 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ

จากการศึกษา พบว่า ช.ช้าง ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าในหลายด้าน โดยที่ผลที่เด่นที่สุดจากการใช้ปุ๋ยนี้คือ การเพิ่มขนาดทรงพุ่ม ของพืช ซึ่งชัดเจนว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม และตุลาคม สายพันธุ์ A3 และ A5 ได้แสดงการขยายตัวของทรงพุ่มที่กว้างที่สุดเมื่อได้รับการพ่นปุ๋ยทางใบ 20 มิลลิลิตร ทุก 15 วัน ในพื้นที่ที่ได้รับแสง 40% การขยายตัวของทรงพุ่มในกรณีนี้ช่วยเพิ่มพื้นที่การสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งส่งผลให้พืชมีการเติบโตที่แข็งแรงและมีศักยภาพในการผลิตผลที่ดีขึ้น ในระยะยาว Alalaet al. (2022) มีการรายงานว่าการใช้ Vegeamino ที่ความเข้มข้น 3 และ 4 มิลลิลิตร/ลิตร ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในใบและกระตุ้นกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช เช่น การสร้างวิตามิน สารควบคุมการเจริญเติบโต นิวคลีโอไทด์ และเอนไซม์ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง การพัฒนามาก และการสร้างคลอโรฟิลล์ งานวิจัยของ Alemu (2015) แสดงให้เห็นว่าการให้แสงในระดับ 40% สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ โดยการให้แสงที่ถูกกรองในระดับนี้จะช่วยลดความเครียดจากแสงที่แรงเกินไป และยังสามารถให้พลังงานสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งส่งผลดีต่อการเติบโตที่แข็งแรงและผลผลิตที่มีคุณภาพของต้นกาแฟในระยะยาว El-Badawy (2019) ซึ่งรายงานว่าการใช้กรดอะมิโนในอัตราสูง (3 มิลลิลิตร/ลิตร) ร่วมกับธาตุอาหารรองในระดับสูง (150 ppm) ส่งผลให้ต้นแอปปริคอตพันธุ์ Canino มีความยาวยอด จำนวนใบต่อยอด และพื้นที่ใบสูงที่สุดในทั้งสองฤดูกาล ขณะที่กลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับการฉีดพ่น) ให้ค่าพารามิเตอร์ต่ำที่สุด ส่วนกลุ่มที่ได้รับธาตุอาหารรองในระดับต่ำ (50 ppm) และไม่ใช้กรดอะมิโนมีค่าพารามิเตอร์ต่ำที่สุดเช่นกัน May et al. (2021) ได้รายงานว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีกรดอะมิโนในต้นกาแฟช่วยเพิ่มผลผลิต โดยปริมาณที่ให้ผลดีที่สุดคือ 500 มิลลิลิตรต่อเฮกตาร์ ก่อนดอกกาแฟบาน กรดอะมิโนช่วยเพิ่มกิจกรรมของพอลิฟีนอลออกซิเดส ซึ่งสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพกาแฟและเพิ่มความต้านทานต่อโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ได้ จากรายงานของ Nardi et al. (2002) ศึกษาการดิวมิทต่อพืชชั้นสูง พบว่ากรดฮิวมิคมีผลต่อการดูดซึมสารอาหารพืชโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช ผ่าน การหายใจ การสังเคราะห์แสง การซึมผ่านของเซลล์ จากการศึกษากการฉีดพ่นกรดฮิวมิคทางใบช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของกาแฟในประเทศอินเดียโดย Kishor et al. (2020) กรดฮิวมิคสามารถเพิ่มการดูดซึมธาตุอาหารพืชโดยตรงทั้งธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ย ซึ่งกรดฮิวมิคส่งผลให้ระดับไนเตรตเพิ่มขึ้น มีผลต่อปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนสารอาหารได้ดี ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช Roodrigues and Rodrigues (2017) ศึกษาบทบาทสำคัญของฮิวมิคต่อการเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้าในอินเดียได้ ผลการศึกษาพบว่า มีดัชนีความเขียวใบ พื้นที่ใบเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ความสูงของต้น และผลผลิตของเมล็ดกาแฟที่เพิ่มขึ้น กรดฮิวมิคมักพบที่สำคัญในการจากช่วยกระตุ้นพัฒนาการของราก การดูดซึมสารอาหารพืช de Moura et al. (2023) ศึกษาการใช้กรดฮิวมิคทางใบเพื่อปรับปรุงการเจริญเติบโต ผลผลิต และความเครียดจาก

สภาพแวดล้อม พบว่ากรดฮิมมิกสามารถช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ที่มีผลต่อการใช้สารอาหาร
ส่งเสริมการพัฒนารากและใบ กระตุ้นการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

สรุปผลการศึกษา

การทดลองมุ่งศึกษาผลของผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อพืชหลายชนิด สารอาหาร ช.ช้าง ซึ่งประกอบด้วย Humic acid, Phenolic acids, Citric acid, amino acids และ Growth hormone ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช

การทดลองที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือน ระยะเวลา: ทดลอง 4 ครั้งในฤดูกาลต่างๆ (ฤดูร้อน, ฤดูฝน, ปลายฤดูฝน)

1. การทดลองครั้งที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ (กรีนโอ๊คและคอส) ในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคม-เมษายน 2567) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 4 กรรมวิธี ดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%
- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 50% + ช.ช้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง
- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 25% + ช.ช้าง 50% (1 เม็ด + 1/4 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง
- กรรมวิธีที่ 4 ช.ช้าง 100% (2 เม็ด + 1/2 เม็ด) 7 วัน/ครั้ง

ผักสลัดกรีนโอ๊ค ความเขียวใบกรรมวิธีที่ 1 (ปุ๋ย 100%) ให้ค่าสูงสุด 16.03 SPAD unit ขนาดทรงพุ่ม กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 26.40 เซนติเมตร น้ำหนักสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 106.38 กรัม/ต้น น้ำหนักราก กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 50% + ช.ช้าง 25%) ให้ค่าสูงสุด 31.30 กรัม/ต้น ความยาวราก กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 18.24 เซนติเมตร

ผักสลัดคอส ความเขียวใบ กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 35.59 SPAD unit ขนาดทรงพุ่ม กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 34.26 เซนติเมตร น้ำหนักสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 92.86 กรัม/ต้น น้ำหนักราก กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 34.05 กรัม/ต้น ความยาวราก กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 29.22 เซนติเมตร

2. การทดลองครั้งที่ 2 (ฤดูร้อน เมษายน-พฤษภาคม) ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ (กรีนโอ๊คและคอส) ในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-พฤษภาคม) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 3 กรรมวิธี ดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%

- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 75% + ซ.ข้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย
- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 75% + ซ.ข้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ

ผักสลัดกรีนโอ๊ค ความเขียวใบ: กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ย 75% + ซ.ข้าง 25% พ่นทางใบ)
ให้ค่าสูงสุด 18.84 SPAD unit ขนาดทรงพุ่ม กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 75% + ซ.ข้าง 25% ทางสารละลาย)
ให้ค่าสูงสุด 37.24 เซนติเมตร น้ำหนักสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 76.09 กรัม/ต้นน้ำหนักราก
กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 28.76 กรัม/ต้น ความยาวราก กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 32.34 เซนติเมตร
ผักสลัดคอส ความเขียวใบ กรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าสูงสุด 35.38 SPAD unit ขนาดทรง
พุ่ม กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 35.21 เซนติเมตร น้ำหนักสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 86.67 กรัม/ต้น
น้ำหนักราก กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 28.12 กรัม/ต้น ความยาวราก กรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าสูงสุด 40.45
เซนติเมตร

3. การทดลองครั้งที่ 3 (ฤดูฝน สิงหาคม-กันยายน) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่ม
สมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 3 กรรมวิธี ดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%
- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 75% + ซ.ข้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย
- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 75% + ซ.ข้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ
- ปุ๋ย A และ B 75%

ผักสลัดกรีนโอ๊ค ความเขียวใบ กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 15.42 SPAD unit ขนาด
ทรงพุ่ม กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 35.46 เซนติเมตร น้ำหนักสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 83.62 กรัม/
ต้นน้ำหนักราก กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 16.52 กรัม/ต้น ความยาวราก กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด
34.22 เซนติเมตร

ผักสลัดคอส ความเขียวใบ กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 34.62 SPAD unit ขนาดทรง
พุ่ม กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 38.37 เซนติเมตรน้ำหนักสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 72.06 กรัม/ต้น
น้ำหนักราก กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 15.94 กรัม/ต้น ความยาวราก กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 38.06
เซนติเมตร

4. การทดลองครั้งที่ 4 (ปลายฤดูฝน กันยายน-ตุลาคม) โดยวางแผนการทดลอง
แบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) ทั้งหมด 3 กรรมวิธี ดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ย A และ B 100%
- กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ย A และ B 75% + ซ.ข้าง 25% (1/2 เม็ด + 1/4 เม็ด)
7 วัน/ครั้ง ทางสารละลาย

- กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ย A และ B 75% + ซ.ข้าง 25% ($1/2$ เม็ด + $1/4$ เม็ด)

7 วัน/ครั้ง พ่นทางใบ

- ปุ๋ย A และ B 75%

ผักสลัดกรีนโอ๊ค ความเขียวใบ กรรมวิธีที่ 4 ให้ค่าสูงสุด 12.63 SPAD unit ขนาดทรงพุ่ม กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 25.76 เซนติเมตร น้ำหนักสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ค่าสูงสุด 60.61 กรัม/ต้น น้ำหนักราก กรรมวิธีที่ 4 ให้ค่าสูงสุด 17.75 กรัม/ต้น ความยาวราก กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 33.27 เซนติเมตร

ผักสลัดคอส ความเขียวใบ กรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าสูงสุด 30.59 SPAD unit ขนาดทรงพุ่ม: กรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าสูงสุด 30.56 เซนติเมตร น้ำหนักสด: กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 107.83 กรัม/ต้น น้ำหนักราก: กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด 19.86 กรัม/ต้น ความยาวราก: กรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าสูงสุด 39.91 เซนติเมตร

การทดลองที่ 2 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ซ.ข้าง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกแดงจินดาภายใต้สภาพโรงเรือน

ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ซ.ข้าง กับพริกชี้หนูผลใหญ่ สายพันธุ์แดงจินดา (พริกแดงจินดา) ในระบบการเพาะปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน ระยะเวลาการดำเนินงานตั้งแต่เดือนมีนาคม 2567 ถึง ตุลาคม 2567 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี จำนวน 7 ซ้ำ ดังต่อไปนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 14 กรัม/ต้น+พ่น ซ.ข้าง
- กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 10.5 กรัม/ต้น+พ่น ซ.ข้าง 7 วัน/ครั้ง
- กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 7 กรัม/ต้น+พ่น ซ.ข้าง
- กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 3.5 กรัม/ต้น+พ่น ซ.ข้าง
- กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใส่ปุ๋ย+พ่น ซ.ข้าง
- กรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 จำนวน 14 กรัม/ต้น+ไม่พ่น ซ.ข้าง
- กรรมวิธีที่ 7 ไม่ใส่ปุ๋ย+ไม่พ่น ซ.ข้าง

1. การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น

1.1 ความสูงต้น ต้นพริกอายุได้ 14 วันหลังปลูก กรรมวิธีที่ 1 ให้ความสูงมากที่สุด (12.64 เซนติเมตร) 28 วันหลังปลูก กรรมวิธีที่ 1 ให้ความสูงมากที่สุด (22.71 เซนติเมตร) 42-70 วันหลังปลูก กรรมวิธีที่ 1-4 และ 6 ให้ความสูง 26.86-64.00 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 5 และ 7 ให้ความสูงเพียง 9.51-13.49 เซนติเมตร

1.2 ขนาดทรงพุ่ม ต้นพริกอายุได้ 14 วันหลังปลูก:ทิศเหนือ-ใต้ กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 6 ให้ผลดีที่สุด (10.00-10.79 เซนติเมตร) ทิศตะวันออก-ตะวันตก กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 6 ให้ผลดีที่สุด (10.36-11.07 เซนติเมตร) 28-70 วันหลังปลูก กรรมวิธีที่ 1-4 และ 6 ให้ทรงพุ่มกว้าง 16.13-60.00 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 5 และ 7 ให้ทรงพุ่มเพียง 5.83-10.86 เซนติเมตร

1.3 ความเขียวใบ

ต้นพริกอายุได้ 14 วันหลังปลูก กรรมวิธีที่ 1-3 และ 6 ให้ค่าสูงสุด (29.06-31.81 SPAD unit) 42-70 วันหลังปลูก กรรมวิธีที่ 1-4 และ 6 ให้ค่า 31.39-52.01 SPAD unit กรรมวิธีที่ 5 และ 7 ให้ค่าเพียง 5.90-15.52 SPAD unit

2. ผลผลิตและคุณภาพผล

2.1 ต้นพริกอายุ 88 วัน น้ำหนักผลสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลดีที่สุด (2.72 กรัม/ผล) ความยาวผล กรรมวิธีที่ 6 และ 2 ให้ผลดีที่สุด (79.70 และ 79.36 มิลลิเมตร) ขนาดผล กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลใหญ่ที่สุด (9.06 มิลลิเมตร)

2.2 ต้นพริกอายุ 102 วัน น้ำหนักผลสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลดีที่สุด (3.22 กรัม/ผล) ความยาวผล: กรรมวิธีที่ 6 ให้ผลดีที่สุด (84.70 มิลลิเมตร) ขนาดผล กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลใหญ่ที่สุด (9.55 มิลลิเมตร)

2.3 ต้นพริกอายุ 116 วัน น้ำหนักรวมต่อต้น กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลดีที่สุด (40.57 กรัม/ต้น) น้ำหนักผลสด กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลดีที่สุด (3.07 กรัม/ผล) ความยาวผล กรรมวิธีที่ 6 ให้ผลดีที่สุด (82.20 มิลลิเมตร) ขนาดผล กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลใหญ่ที่สุด (9.30 มิลลิเมตร)

การทดลองที่ 3 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับ กาแฟโรบัสต้า 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ

ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับ กาแฟโรบัสต้า 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติระยะเวลาดำเนินงานตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2567 ถึง ตุลาคม 2567 โดยวางแผนทดลองแบบ 5x2x3x4 Factorial in RCBD 8 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 ปัจจัยหลัก ได้แก่

- ปัจจัย A: สายพันธุ์ (5 ระดับ) โดยที่ A1: สายพันธุ์ที่ 1, A2: สายพันธุ์ที่ 2., A3: สายพันธุ์ที่ 3 A4: สายพันธุ์ที่ 4 และ A5: สายพันธุ์ที่ 5

- ปัจจัย B: อัตราการพ่น (2 ระดับ) โดยที่ B1: พ่นอัตรา 20 มิลลิลิตร และ B2: พ่นอัตรา 40 มิลลิลิตร

- ปัจจัย C: จำนวนวันที่พ่นช.ช้าง (3 ระดับ) โดยที่ C1: ไม่พ่น, C2: พ่นทุก 15 วัน และ C3: พ่นทุก 30 วัน

- ปัจจัย D: ระดับแสง (4 ระดับ) โดยที่ D1: ได้รับแสง 80%, D2: ได้รับแสง 60%, D3: ได้รับแสง 40% และ D4: ได้รับแสง 20%

1. ขนาดทรงพุ่ม

1.1 ผลของสายพันธุ์ (ปัจจัย A) ทิศเหนือ-ใต้: สายพันธุ์ที่ 3 และ 5 ให้ค่าสูงสุด (66.1 และ 64.8 เซนติเมตร) ทิศตะวันออก-ตะวันตก สายพันธุ์ที่ 5 ให้ค่าสูงสุด (66.4 เซนติเมตร) รองลงมาคือสายพันธุ์ที่ 3 (61.9 เซนติเมตร) สายพันธุ์ที่ 4 มีขนาดทรงพุ่มต่ำสุด

1.2 ผลของอัตราการพ่น ช.ช้าง (ปัจจัย B) การพ่นอัตรา 20 มิลลิลิตร ให้ขนาดทรงพุ่มดีกว่าอัตรา 40 มิลลิลิตร

ทิศตะวันออก-ตะวันตก อัตรา 20 มิลลิเมตร ให้ค่า 61.4 เซนติเมตร สูงกว่าอัตรา 40 มิลลิเมตร (55.4 เซนติเมตร)

1.3 ผลของควมถี่ในการพ่น (ปัจจัย C) การพ่นทุก 15 วัน ให้ผลดีที่สุด โดยเฉพาะทิศตะวันออก-ตะวันตก (62.5 เซนติเมตร) การไม่พ่นให้ผลน้อยที่สุด (54.2 เซนติเมตร)

1.4 ผลของความเข้มของแสง (ปัจจัย D) พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% ให้ขนาดทรงพุ่มมากที่สุด (67.4 เซนติเมตร ทิศตะวันออก-ตะวันตก) พื้นที่ที่ได้รับแสง 60% ให้ขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุด (50.0 เซนติเมตร)

2. ความเขียวใบ (SPAD unit)

2.1 ผลของสายพันธุ์ (ปัจจัย A) สายพันธุ์ที่ 3 มีความเขียวใบมากที่สุดทุกทิศทาง (51.5-52.4 SPAD unit) สายพันธุ์ที่ 1 มีความเขียวใบน้อยที่สุด (47.2-48.1 SPAD unit)

2.2 ผลของควมถี่ในการพ่น (ปัจจัย C) การพ่นทุก 15 วัน ให้ความเขียวใบสูงสุด (50.8-51.8 SPAD unit) การไม่พ่นให้ความเขียวใบน้อยที่สุด (47.7-48.7 SPAD unit)

2.3 ผลของความเข้มของแสง (ปัจจัย D) พื้นที่ที่ได้รับแสง 40% ให้ความเขียวใบสูงสุด (51.0-52.3 SPAD unit) พื้นที่ที่ได้รับแสง 20% ให้ความเขียวใบน้อยที่สุด (48.3-48.9 SPAD unit)

ข้อเสนอแนะ

การทดลองที่ 1 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 2 สายพันธุ์ กรีนโอ๊ค (Green oak) และคอส (Cos) ในระบบ Hydroponic ภายใต้สภาพโรงเรือน ระยะเวลา: ทดลอง 4 ครั้งในฤดูกาลต่างๆ (ฤดูร้อน, ฤดูฝน, ปลายฤดูฝน)

1. การใช้งาน ช.ช้าง ตามฤดูกาล

ฤดูร้อน: ควรใช้ปุ๋ย 100% หรือลดปุ๋ยลงเล็กน้อยและเสริม ช.ช้าง

ฤดูฝน: ใช้ปุ๋ย 75% + ช.ช้าง 25%

ปลายฤดูฝน: ใช้ปุ๋ย 75% + ช.ช้าง 25% โดยเน้นการพ่นทางใบ

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์

พัฒนาสูตรเฉพาะสำหรับแต่ละฤดูกาลปรับความเข้มข้นของ Growth hormone ตามสภาพอากาศ วิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพของ Humic acid ในสภาพอากาศร้อน

3. การศึกษาเพิ่มเติม ถึงผลกระทบยาวต่อคุณภาพดินและความต้านทานโรค วิจัยผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของผลผลิต และทดลองกับพืชชนิดอื่นๆ

การทดลองที่ 2 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกแดงจินดาภายใต้สภาพโรงเรือน

1. การนำไปใช้ในเชิงการเกษตร

- ข้อเสนอแนะหลัก: ใช้ปุ๋ย 13-13-21 ร่วมกับการพ่น ช.ช้าง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงสุด

- ทางเลือกประหยัดต้นทุน: ลดปุ๋ยลง 25% (เหลือ 10.5 กรัม/ต้น) แล้วพ่น ช.ช้าง ทุก 7 วัน เพื่อลดต้นทุนโดยไม่กระทบคุณภาพผลผลิตมากนัก

2. การศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

- ควรศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ ช.ช้าง สำหรับพริกแดงจินดาในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆ

- ควรศึกษาผลของ ช.ช้าง ต่อคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติของพริก

- ควรทดสอบการใช้ ช.ช้าง ในสภาพแปลงเปิด เปรียบเทียบกับในโรงเรือน

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรพัฒนาสูตร ช.ช้าง เฉพาะสำหรับพริก โดยอาจเพิ่มความเข้มข้นของ Growth hormone และ Amino acids

- ควรศึกษาการเพิ่มสารที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพผลผลิต เช่น ธาตุแคลเซียมที่ช่วยให้ผนังเซลล์แข็งแรง

การทดลองที่ 3 ทดสอบผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง กับ กาแฟโรบัสต้า 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพพื้นที่แปลงกลางแจ้งใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ

1. การนำไปใช้ในเชิงการเกษตร

- ข้อเสนอแนะหลัก: พ่น ช.ช้าง อัตรา 20 มล. ทุก 15 วัน ในพื้นที่ที่มีร่มเงาประมาณ 60% (ได้รับแสง 40%)

- การเลือกสายพันธุ์: ควรใช้สายพันธุ์ที่ 3 หรือ 5 สำหรับการปลูกร่วมกับการใช้ ช.ช้าง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุด

2. การศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

- ควรศึกษาผลของ ช.ช้าง ต่อการออกดอกและติดผลของกาแฟโรบัสต้า

- ควรศึกษาผลระยะยาวของ ช.ช้าง ต่อคุณภาพเมล็ดกาแฟ

- ควรศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ช.ช้าง กับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (ดิน น้ำ อุณหภูมิ)

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์

- ควรพัฒนาสูตร ช.ช้าง เฉพาะสำหรับกาแฟ โดยอาจเพิ่มความเข้มข้นของ Humic acid และ Amino acids

- ควรศึกษาการเสริมธาตุอาหารเฉพาะที่จำเป็นสำหรับกาแฟโรบัสต้าเพิ่มเติมในผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2559. **สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชและแนวทางการใช้กับไม้ผล**. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 42 หน้า.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. **การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 36 หน้า.
- คงเอก ศิริงาม, ประณีต จิระสุทัศน์, และวิภาภรณ์ แสงวมี. 2558. ผลของวิธีการปลูกต่อการเจริญเติบโตและปริมาณรงควัตถุของผักกาดหอมใบพันธุ์กรีนโอ๊ค, **วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร. 10(1): 82-95.**
- จักรชัยวัฒน์ กาวิวงศ์, เมธี วรรณชัย และจำเนียร มีสำลี. 2562. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของพริกที่ปลูกในดินเนื้อปานกลาง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 27(4): 718-725.**
- จิรวัฒน์ ภูเสริมภูมิ. 2552. **ผักกินใบ**. สำนักพิมพ์เกษตรสยาม. กรุงเทพฯ. 14 หน้า.
- จุฑามาศ ป้อมแสง. 2564. **การส่งเสริมการผลิตกาแฟโรบัสต้าของเกษตรกรในอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทิพย์ ไกรทอง, ปริญญา หรูนหิม, หยกทิพย์ สุดารีย์ และอรพิน หนูทอง. 2557. **ผลของ NAA (Naphthyl acetic Acid) ที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตมะพร้าวน้ำหอม**. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- ธนภูมิ ศิริงาม และนราศักดิ์ บุญมี. 2565. ผลของสารละลายธาตุอาหารและน้ำหมักชีวภาพนมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์. **วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 39(3): 11-23.**
- ธรรมธวัช แสงงาม, ไยไหม ช่วยหนู, อาณัติ เองเจริญ, ศิริสุดา บุตรเพชร และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2566. ผลของการฉีดพ่นสารลดแรงตึงผิวประเภทเวตโคตรตึงซิลิโคนและสารลดแรงตึงผิวประเภท N70 ต่อประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยทางใบของฝรั่งพันธุ์หวานพิรุณ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ. 6(2): 71-80.**
- ธิดากุล แสนอุดม, ชุตินา รัตนเสถียร และจิระศักดิ์ กীরติคุณากร. 2554. **ศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์เพื่อพัฒนาหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบพันธุ์พืชผักกาดหอม ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- นันทิยา พนมจันทร์. 2566. ผลของการแช่เมล็ดพันธุ์และการฉีดพ่นทางใบด้วยกรดอะมิโนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว. **รายงานการวิจัย**. คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- บุญร่วม คิดคำ. 2558. การเจริญเติบโตในปีที่สองและผลของปุ๋ยทางใบต่อของมะกอกโอลีฟพันธุ์ Arbequina ในพื้นที่อนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชของมหาวิทยาลัยพะเยา. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. 6(2): 107-110.**
- พงษ์เพชร พงษ์ศิวกาย, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ธรรมธวัช แสงงาม, ดนชิตา วาทีนพุมิพร, วิทยา เศรษฐวิทยา และชัยสิทธิ์ ทองจู. 2567. ผลของการพ่นกรดแอมิโนทางใบร่วมกับการจัดการ

- ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักโขม (*Amaranthus spp.*). วารสารเกษตร. 40(3): 471-484.
- พีชณิตตา ธารานุกูล, ยุกต์ลักษณ์ ผายดี, ศรีนวล สุราษฎร์ และจิระ อะสุรินทร์. 2557. การทดสอบเทคโนโลยีการปรับปรุงบำรุงดินร่วนเหนียวในพื้นที่ปลูกพริกจังหวัดนครราชสีมา. วารสารแก่นเกษตร. 42(2): 432-429.
- เพ็ญแข รุ่งเรือง, น้ำฝน สุวรรณ, สุนทรียา กาลละวงศ์ และชุติมา กาบแก้ว. 2567. ผลของแสงจากหลอดไฟแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสลัดเรตไอ้คและกรีนไอ้คในระบบไฮโดรโปนิิกส์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 32(1): 12-24.
- เมตตา เถาว์ชาลี. 2562. ผลของ pH ที่มีต่อการย่อยสลายคลอโรฟิลล์และการหายไปของสีและระดับกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในวอเตอร์เครส. มหาสารคาม: สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เยาวมาลย์ เขียวสะอาด, ฐิรารัตน์ แก้วจาง และสมรักษ์ รอดเจริญ. 2566. ผลของปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพจากฟางข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนไอ้ค. วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. 43(1): 122-132.
- วาสนา ยอดปรางค์. 2553. ผลของการให้ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุทางใบในรูปของคีเลตกรดอะมิโนต่อการดูดใช้ธาตุอาหาร การเจริญเติบโต และผลผลิตของพริก (*Capsicum frutescens* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สันติพงษ์ บริบูรณ์, สัจจา บรรจงศิริ และวนาลัย วิริยะสุธี. 2567. ปัจจัยความสำเร็จการจัดการการผลิตกาแฟโรบัสต้าของสมาชิกแปลงใหญ่กาแฟหมู่ 7 ตำบลลำเลียง อำเภอกะบุรี จังหวัดระนอง. Journal of Roi Kaensarn Academi. 9(11): 1038-1053.
- สมัย สังข์ทองงาม. 2553. การใช้ปุ๋ยเพื่อปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิิกส์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2560. โครงการเผยแพร่ข้อมูลทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นบนพื้นที่สูง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา [https://eherb.hrdi.or.th/search_result_details.php?herbariumID=259&name=Capsicums, %20Chillies%20&txtSearch=&sltSearch=](https://eherb.hrdi.or.th/search_result_details.php?herbariumID=259&name=Capsicums,%20Chillies%20&txtSearch=&sltSearch=) (18 พฤศจิกายน 2567).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2567. กาแฟ : กาแฟแยกตามพันธุ์ เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ปีเพาะปลูก 2567. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.oae.go.th/view/1/TH-TH> (18 พฤศจิกายน 2567).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ตัวชี้วัดเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2567/Indicators66.pdf> (18 พฤศจิกายน 2567).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. สถานการณ์การผลิตและการตลาดรายสัปดาห์ 18-24 ธันวาคม 2566. พริก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.oae.go.th/view/1/B5%202566/43431/TH-TH> (15 พฤศจิกายน 2567).

- สาลินี ผลมาตย์, ลิขิต น้อยจ่ายสิน และรุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์. 2566. ผลของน้ำหมักชีวภาพ ผักตบชวาต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ของพริกแดงจินดา. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์**. 15(21): 1-14.
- อภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2540. การศึกษาวัสดุอินทรีย์เป็นวัสดุปลูกพืชในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย.
- อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. 2557. การลดต้นทุนการใช้ปุ๋ย โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย. **วารสารดินและปุ๋ย**. 36(1-4): 79-82.
- Abakah, A. J. S. and AL-Mohammad, M. H. S. 2021. Response of Yield Components of Some Black Rice Cultivars to Spraying With The Amino Acid Phenylalanin. Fourth International Conference for Agricultural and Sustainability Sciences. 910.
- Abd-Elall, E. E. H. 2022. Amino acids application improves MangoEwaise (*Mangifera indica* L) trees growth and fruit quality. *Journal of Sohag Agriscience (JSAS)*. 7(2): 239-248.
- Abdel-Sattar, M., Mostafa, L. Y. and Rihan, H. Z. 2024. Enhancing Mango Productivity with Wood Vinegar, Humic Acid, and Seaweed Extract Applications as an Environmentally Friendly Strategy. *Journal Sustainability*. 16(20): 2-16.
- Aghaye Noroozlo, Y., Sourj, M. K. and Delshad, M. 2019. Stimulation Effects of Foliar Applied Glycine and Glutamine Amino Acids on Lettuce Growth. *Open Agriculture*. 4: 164–172.
- ALALAF, A. H. E., ALALAM, A. T. S. and AL-ZEBARI, S. M. K. 2022. The effect of spraying amino acid fertilizer on the growth characteristics and mineral content of pomelo (*Citrus grandis*) seedlings. *Iranian Journal of Ichthyology*. 9(1): 123-126.
- Alemu, M. M. 2015. Effect of tree shade on coffee crop production. *Journal of Sustainable Development*. 8(9): 66.
- Alfosea-Simón, M., Simón-Grao, S., Zavala-Gonzalez, E. A., Cámara-Zapata, J. M., Simón, I., Martínez-Nicolás, J. J., Lidón, V., Rodríguez-Ortega, W. M. and García-Sánchez, F. 2020. Application of Biostimulants Containing Amino Acids to Tomatoes Could Favor Sustainable Cultivation: Implications for Tyrosine, Lysine, and Methionine. *Journal Sustainability*. 12(22): 2-19.
- Anande, Y. N., Raut, P. K., Zinjade, A. S. and Mane, S. B. 2024. Production of citric acid from different *Aspergillus* species obtained from soil. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 23(2): 2008-2018.

- Anatalia, R., Harsono, P., Yunindanova, M. B. and Purnomo, D. 2021. Effect of NPK Fertilizer and Foliar Fertilizer on Chili Growth and Yield. *Agrotechnology Research Journal*. 6(2): 73-79.
- Balasundram, N. and Methods, C. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 99(1): 191-203.
- Cheng, J., Cheng, J., Sun, R., Cao, S., Wang, X. and Yang, H. 2024. Foliar application of amino acid biostimulants increased growth and antioxidant activity of *Epipremnum aureum*. *Cogent Food & Agriculture*. 10(1): 2-100.
- De Moura, O. V. T., Berbara, R. L. L., de Oliveira Torchia, D. F., Da Silva, H. F. O., de Castro, T. A. V. T., Tavares, O. C. H. and García, A. C. 2023. Humic foliar application as sustainable technology for improving the growth, yield, and abiotic stress protection of agricultural crops. A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 22(8): 493-513.
- El-Badawy, H. E. M. 2019. Effect of Spraying Amino Acids and Micronutrients as Well as their Combination on Growth, Yield, Fruit Quality and Mineral Content of Canino Apricot Trees. *Journal of Plant Production*. 10(2): 125-132.
- El-Gohary, A. A., Osman, E. A. M. and Khatab, K. A. 2010. Effect of nitrogen fertilization, humic acid and compost extract on yield and quality of rice plants. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*. 1(1): 77-91.
- Guneri, M., Misirli, A. and Yokas, I. 2012. Citric acid treatments on the vegetative, fruit properties and yield in Interdonat lemon and Valencia orange. *African Journal of Agricultural Research*. 7(40): 5525-5529.
- Hajaji, A. N., Maarouf-Dguimi, H. and Ammari, Y. 2024. Exogenous application of citric acid mitigates salt-induced oxidative stress in *Moringa oleifera* seedlings. *Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences*.
- Hameeda, A., Fatma, S., Wattoo, J. I., Yaseen, M. and Ahmad, S. 2018. Accumulative effects of humic acid and multinutrient foliar fertilizers on the vegetative and reproductive attributes of citrus (*Citrus reticulata* cv. kinnow mandarin). *Journal of Plant Nutrition*. 41(19): 2496-2506.
- Hammam, K. A., Eisa, E. A. and Dewidar, A. A. 2020. Effect of Organic Fertilization and Amino Acids on Growth, Chemical Composition and Capsaicin Content of Hot Pepper (*Capsicum annum* L var. Minimum) Plant. *Asian Plant Research Journal*. 6(4): 40-52.
- Hathurusinghe, S. H. K., Azizoglu, U. and Shin, J. H. 2024. Holistic Approaches to Plant Stress Alleviation: A Comprehensive Review of the Role of Organic

- Compounds and Beneficial Bacteria in Promoting Growth and Health. *Journal Plants*. 13(5): 1-20.
- Izquierdo, J., Arriagada, O., García-Pintos, G., Ortiz, R., García-Pintos, M. and García-Pintos, M. 2024. On-farm foliar application of a humic biostimulant increases the yield of rice. *Agronomy Journal*. 116(5): 2551-2563.
- Jan, J. A., Nabi, G., Khan, M., Ahmad, S., Shah, P. S. and Hussain, S. 2020. Foliar application of humic acid improves growth and yield of chilli (*Capsicum annum* L.) varieties. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 33(3): 461.
- Kaur, M., Singh, H. and Jawandha, S. K. 2019. Effect of exogenous application of amino acids on fruit quality and productivity of peach (*Prunus persica*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 89(11): 86-90.
- Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Sallam, B. N., Wang, H., Liu, P. and Jiang, W. 2019. Exogenous Application of Amino Acids Improves the Growth and Yield of Lettuce by Enhancing Photosynthetic Assimilation and Nutrient Availability. *Journal Agronomy*. 9(5): 2-17.
- Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Sallam, B. N., Wang, H., Liu, P. and Jiang, W. 2019. Exogenous Application of Amino Acids Improves the Growth and Yield of Lettuce by Enhancing Photosynthetic Assimilation and Nutrient Availability. *Agronomy*. 9(5): 266.
- Kishor, M., Jayakumar, M., Gokavi, N., Mukharib, D. S., Raghuramulu, Y. and Pillai, S. U. 2020. Humic acid as foliar and soil application improve the growth, yield and quality of coffee (cv. C × R) in Western Ghats of India. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 101(6): 2273-2283.
- Kumar, S., Abedin, M. M., Singh, A. K. and Das, S. 2020. Role of phenolic compounds in plant-defensive mechanisms. *Plant Phenolics in Sustainable Agriculture*. 1: 517-532.
- Mansour, A. E. M., Ahmed, F. F., Shaaban, E. A. and Fouad, A. A. 2008. The Beneficial of Using Citric Acid with Some Nutrients for Improving Productivity of LE-Conte Pear Trees. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 4(3): 245-250.
- May, A., Ferreira, W. P. M., Viana, R. S., Vilela, E. S. D., Silva, E. H. F. M. D., Junior, N. A. V., Hirano, R. T., Santos, M. D. S. D. and Moreira, B. R. A. 2018. Development of Coffee Plant under Different Doses of an Amino Acid-Based Organomineral Product. *International Journal of Science and Research*. 6(2): 1267-1271.

- Miceli, A., Moncada, A., Sabatino, L. and Vetrano, F. 2019. Effect of gibberellic acid on growth, yield, and quality of leaf lettuce and rocket grown in a floating system. *Agronomy*. 9(7): 382.
- Mohamed, A. K. A., Abdel-Galil, H. A. and Galal, N. 2020. Effect of some nutrients and amino acids spraying on yield and fruit quality of Manfalouty pomegranate. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. 2(2): 18-29.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. 34(11): 1527-1536.
- Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K. and Górecki, H. 2018. Effect of the New Plant Growth Biostimulants Based on Amino Acids on Yield and Grain Quality of Winter Wheat. *Molecules*. 23(2): 470.
- Raheem, S. M., Al-Jaf, H. I. and Tofiq, G. K. 2018. Influence of Foliar and Soil application of Humic Acid on Growth and Yield of Lettuce. *Euphrates Journal of Agriculture Science*. 10(2): 199-204.
- Rodrigues, A. and Rodrigues, Y. 2017. Key Role of Humic acid in Growth and Development of Arabica Coffee in South India. [online system]. Source <https://ecofriendlycoffee.org/key-role-humic-acid-growth-development-arabica-coffee-south-india/> (1 March 2025).
- Sarojnee, D. Y., Navindra, B. and Chandrabose, S. 2009. Effect of naturally occurring amino acid stimulants on the growth and yield of hot peppers (*Capsicum annum* L.). *Journal of Animal & Plant Sciences*. 5(1): 414-424.
- Sokmawati, D. 2023. Effect of a Combination of Auxin and Gibberellin Hormones on the Growth and Production of Cayyey Chilli Plant (*Capsicum frutescens* L.). *Contributions of Central Research Institute for Agriculture*. 17(4): 128-133.
- Teixeira, W. F., Fagan, E. B., Soares, L. H., Umburanas, R. C., Reichardt, K. and Neto, D. D. 2017. Foliar and Seed Application of Amino Acids Affects the Antioxidant Metabolism of the Soybean Crop. *Journal Frontiers in Plant Science*. 8(21): 1-14.
- Ugur, A., Demirtas, B., Caglar, S., Zamb, O. and Turkmen, M. 2013. Effect of humic acid application on yield and quality in green vegetables. *Proceedings of the 24th International Scientific-Expert-Conference of Agriculture and Food Industry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 25-28 September 2013*: 381-385.
- Wang, Y., Wang, S., Sun, J., Dai, H., Zhang, B., Xiang, W., Hu, Z., Li, P., Yang, J. and Zhang, W. 2021. Nanobubbles promote nutrient utilization and plant growth

- in rice by upregulating nutrient uptake genes and stimulating growth hormone production. *Science of The Total Environment*. 800: 1-9.
- Yasmin, S., Wardiyati, T. and Koesriharti, K. 2014. Pengaruh perbedaan waktu aplikasi dan konsentrasi giberelin (ga3) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai besar (*Capsicum annuum* L.) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*. 57(2): 182-186.
- Zamljen, T., Hudina, M., Veberič, R. and Slatnar, A. 2021. Biostimulative effect of amino acids and green algae extract on capsaicinoid and other metabolite contents in fruits of *Capsicum* spp. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 8: 63.
- Zhang, Y., Cai, P., Cheng, G. and Zhang, Y. 2022. A Brief Review of Phenolic Compounds Identified from Plants: Their Extraction, Analysis, and Biological Activity. *Natural Product Communications*. 17(1): 1-14.

ภาคผนวก



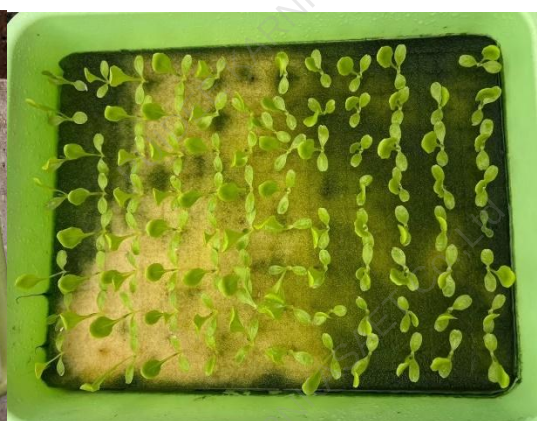
ภาพภาคผนวกที่ 1 ผลิตภัณฑ์สารอาหารพืชทางใบ ช.ช้าง ของบริษัทปุ๋ยดีการเกษตร จำกัด



ภาพภาคผนวกที่ 2 ภาพ ปุ๋ย A และ B



ภาพภาคผนวกที่ 3 การวางระบบน้ำและไฟ



ภาพภาคผนวกที่ 4 การเพาะกล้าผักสลัด



ภาพภาคผนวกที่ 5 ย้ายต้นกล้าใส่รางปลูก



ภาพภาคผนวกที่ 6 การวัดค่า EC ในสารละลายของผัก และการปรับค่า EC ให้เหมาะสม ด้วยปุ๋ยน้ำสูตร A และ B



ภาพภาคผนวกที่ 7 พ่น ช.ช้าง ทางใบ



ภาพภาคผนวกที่ 8 การวัดค่าความเขียวใบ



ปุ๋ย A และ B 100%

ปุ๋ย A และ B 50% +
ช.ช้าง 25%

ปุ๋ย A และ B 25% +
ช.ช้าง 50%

ช.ช้าง 100%

ภาพภาคผนวกที่ 9 ภาพผักสลัดแต่ละดำหรับในการทดลอง



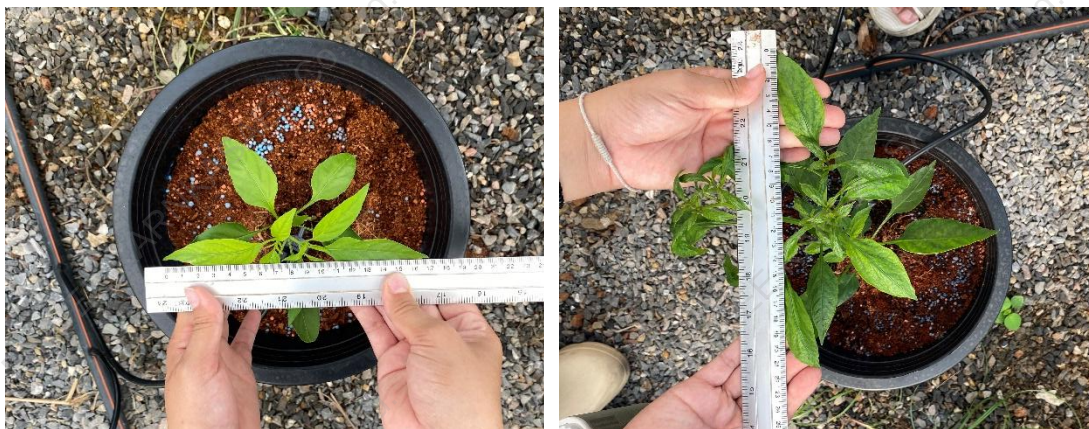
ภาพภาคผนวกที่ 10 เก็บข้อมูลผลผลิตน้ำหนักของผักสลัด



ภาพภาคผนวกที่ 11 การวัดความยาวราก



ภาพภาคผนวกที่ 12 การวัดความสูงต้นพริก



ภาพภาคผนวกที่ 13 การวัดขนาดทรงพุ่มต้นพริก



ภาพภาคผนวกที่ 14 การวัดค่าความชื้นวบต้นพริก



ภาพภาคผนวกที่ 15 การฉีดพ่น ช.ช้าง ทางใบ



ภาพภาคผนวกที่ 16 การเก็บข้อมูลผลผลิตพริก



ภาพภาคผนวกที่ 17 การวางระบบน้ำของต้นพริก



ภาพภาคผนวกที่ 18 การวัดความสูงต้นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า



ภาพภาคผนวกที่ 19 การวัดขนาดลำต้นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า



ภาพภาคผนวกที่ 20 การวัดขนาดทรงพุ่มต้นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า



ภาพภาคผนวกที่ 21 การวัดค่าความชื้นใบต้นกาแฟ



ภาพภาคผนวกที่ 22 การฉีดพ่น ช.ช้าง ทางใบ ต้นกาแฟ