



ผลของพาคlobutrazol เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียร่วมกับโพแทสเซียมคลอเรต

ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน

*EFFECTS OF PACLOBUTRAZOL, MEPIQUAT CHLORIDE AND THIOUREA COMBINED
WITH POTASSIUM CHLORATE ON FLOWERING AND FRUITING
OF LONGAN CV. E - DAW IN RAINY SEASON*

วิทยานิพนธ์

ของ

พัชร สมบูรณ์ชัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ธันวาคม 2563

ผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์

ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน

EFFECTS OF PACLOBUTRAZOL, MEPIQUAT CHLORIDE AND THIOUREA COMBINED

WITH POTASSIUM CHLORATE ON FLOWERING AND FRUITING

OF LONGAN CV. E - DAW IN RAINY SEASON

วิทยานิพนธ์

ของ

พัชร สมบูรณ์ชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ธันวาคม 2563



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์
ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีคอในฤดูฝน
Effects of Paclobutrazol, Mepiquat Chloride and Thiourea Combined with Potassium Chlorate
on Flowering and Fruiting of Longan cv. E - Daw in Rainy Season

พัชร สมบูรณ์ชัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา เวียงสมุทร)

ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกันยา ประทุมยศ)

กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์มานะชญ์ กุลพลฤกษ์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิสฯ ชัยกุล)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศชัย จิตรีอารี)

วันที่ 28 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563

ลขสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

พัชร สมบูรณ์ชัย. (2563). ผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียร่วมกับ

โพแทสเซียมคลอเรต ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน.

วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการเกษตร). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกันยา ประทุมยศ

ประธานกรรมการ

Ph.D. (Bioresources Science)

รองศาสตราจารย์มาโนชญ์ กุลพฤกษ์ M.S. (Horticulture)

กรรมการ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ร่วมกับโพแทสเซียมคลอเรต ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม 2560 ณ แปลงเกษตรกร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี มี 4 ซ้ำ ดังนี้ 1) กรรมวิธีควบคุม (ราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินอัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร) 2) กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินอัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตรร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 3) กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินอัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตรร่วมกับพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ ความเข้มข้น 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 4) กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินอัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตรร่วมกับพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ส่งผลให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุด (95.83 %) และมีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนน้อยที่สุด (4.17 %) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 2 และ 1 ส่วนลักษณะช่อดอกพบว่า กรรมวิธีที่ 4 และ 3 ทำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์ช่อดอกล้วนมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 และ 1 นอกจากนี้ยังพบว่า กรรมวิธีที่ 2 มีแนวโน้มทำให้ความกว้างและความยาวของช่อดอกลำไยลดลง ส่วนปริมาณธาตุอาหาร พบว่า กรรมวิธีที่ 3 และ 4 มีปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไยมากที่สุด หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกปนใบ จำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอก ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในยอดลำไย จำนวนผลต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวรอบผล ความสูงของผล ความหนาเปลือกผล

ความหนาเนื้อผล ความแน่นเนื้อของผลลำไยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำหนักสดและ
น้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดของทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ : ลำไย, โปแตสเซียมคลอไรด์, พาโคลบิวทราโซล, เมพิควอทคลอไรด์, ไทโอยูเรีย



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Patchara Somboonchai. (2020). **Effects of Paclobutrazol, Mepiquat Chloride and Thiourea Combined with Potassium Chlorate on Flowering and Fruiting of Longan cv. E - Daw in Rainy Season.** Thesis M.S. (Agricultural Technology). Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Assistant Professor Dr. Wikanya Prathumyot Ph.D. (Bioresources Science) Chairman
Associate Professor Manoch Koolpluksee M.S. (Horticulture) Member

Abstract

This experiment aimed to study the effect of paclobutrazol, mepiquat chloride and thiourea combined with potassium chlorate on flowering and fruiting of longan cv. E - Daw in rainy season. The experiment was carried out during July to October 2017 at Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province. The experiment was designed based on completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 replications as follows: 1) control (soil drenched with potassium chlorate at 20 g/m² of canopy diameter); 2) soil drenched with potassium chlorate at 20 g/m² combined with foliar spray with paclobutrazol 2,000 mg/L; 3) soil drenched with potassium chlorate at 20 g/m² combined with foliar spray with mepiquat chloride 3,000 mg/L; and 4) soil drenched with potassium chlorate at 20 g/m² combined with foliar spray with thiourea 5,000 mg/L. The results revealed that the treatment of soil drenched with potassium chlorate at 20 g/m² combined with foliar spray with thiourea 5,000 mg/L showed the highest percentage of flowering shoots (95.83 %) and lowest percentage of young leaves shoots (4.17 %) as compared to treatments 1 and 2. The flower panicle percentage of longan plants treated with treatments 3 and 4 was higher than that of treatments 1 and 2. The width and length of longan panicle tended to be reduced by treatment 2. In terms of nutrient content, the results revealed that treatments 3 and 4 showed the highest phosphorus content in the longan shoots compared to other experiments. The leafy panicle percentage, number of flowers per panicle, flower type percentage, chlorophyll content, nitrogen, potassium, calcium and magnesium content in the longan shoots, fruit number per panicle, fruit diameter, fruit circumference, peel thickness, plup thickness, total soluble solid,

fresh weight and dry weight of peel, plup and seeds of longan did not significantly differ among treatments.

Keywords: Longan, Potassium Chlorate, Paclobutrazol, Mepiquat Chloride, Thiourea.



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ โดยได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกันยา ประทุมยศ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์มาโนชญ์ กุลพลฤกษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา เวียงสมุทร ที่ให้เกียรติเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิสรา ชัยกุล กรรมการและเลขานุการ อีกทั้งคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ปรากฏชื่อในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน ๆ น้อง ๆ ผู้ร่วมงานที่มีส่วนร่วมในการทำวิจัยครั้งนี้

ประโยชน์และคุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอน้อมนำคุณงามความดีให้แก่ บิดา มารดา ครูคณาจารย์ ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน

พัชร สมบูรณ์ชัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(4)
สารบัญตารางภาคผนวก.....	(6)
สารบัญภาพ.....	(10)
สารบัญภาพภาคผนวก.....	(11)
บทนำ.....	1
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไย.....	3
ลำต้น.....	3
ใบ.....	3
ช่อดอก.....	4
ดอก.....	5
ผล.....	6
เมล็ด.....	7
พันธุ์ของลำไย.....	7
การเลือกพื้นที่ปลูก.....	9
การผลิตลำไยนอกฤดู.....	9
โพแทสเซียมคลอไรด์.....	10
คุณสมบัติของโพแทสเซียมคลอไรด์.....	10
กลไกการทำงานในพืช.....	10
การชักนำให้ลำไยออกดอกโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์.....	11
ปัจจัยที่มีผลต่อการตอบสนองของต้นลำไยต่อสารโพแทสเซียมคลอไรด์.....	12
ความบริสุทธิ์ของสารและอัตราการใช้ที่เหมาะสม.....	12
ระยะการพัฒนาหรือการเจริญเติบโตของใบ.....	12
ฤดูในการให้สาร.....	13
พันธุ์ลำไย.....	13
กระบวนการเกิดดอก.....	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ระยะการเจริญเต็มวัย.....	14
ระยะชักนำ.....	14
ระยะการเกิดตาดอก.....	14
ระยะการพัฒนาดอก.....	14
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือชักนำให้ลำไยออกดอก.....	15
ปัจจัยภายใน.....	15
ปัจจัยภายนอก.....	17
การบังคับการออกดอกของไม้ผลยืนต้น.....	19
ความสำคัญของสารชะลอการเจริญเติบโตต่อพืช.....	19
กลุ่มของสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช.....	20
คุณสมบัติและการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตบางชนิด.....	21
บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหารพืช.....	27
ไนโตรเจน.....	27
ฟอสฟอรัส.....	28
โพแทสเซียม.....	28
แคลเซียม.....	29
แมกนีเซียม.....	29
อุปกรณ์และวิธีการ.....	30
วัสดุและอุปกรณ์.....	30
วิธีการทดลอง.....	31
การบันทึกผลการทดลอง.....	32
สถานที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง.....	36
ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง.....	36
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	36
ผลและการวิจารณ์.....	37
สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	58
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	60

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	69
ภาคผนวก ก ตารางวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	70
ภาคผนวก ข ภาพภาคผนวก.....	87
ภาคผนวก ค วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช (N, P, K, Mg และ Ca).....	91
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	99

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 เพอร์เซ็นต์การออกดอกเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน เพอร์เซ็นต์ช่อดอกล้วน และ เพอร์เซ็นต์ช่อดอกปนใบ ของต้นลำไยหลังได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ ฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 4 สัปดาห์ในฤดูฝน.....	38
2 ความกว้างของช่อดอก หลังต้นลำไยได้รับ โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ ฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ในฤดูฝน.....	39
3 ความยาวของช่อดอก หลังต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ในฤดูฝน.....	40
4 จำนวนดอกต่อช่อ เพอร์เซ็นต์เพศดอก และอัตราส่วนเพศดอกของต้นลำไยหลังได้รับ โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และ ไทโอยูเรีย 4 สัปดาห์ ในฤดูฝน.....	41
5 เพอร์เซ็นต์การติดผลและจำนวนผลต่อช่อของต้นลำไยหลังได้รับสารโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 4 สัปดาห์ ในฤดูฝน.....	42
6 ปริมาณคลอโรฟิลล์หลังต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ในฤดูฝน.....	43
7 ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ ฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน.....	44
8 ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ ฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน.....	45
9 ปริมาณ โพแทสเซียมในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ ฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน.....	46
10 ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ ฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน	47
11 ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ ฟาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน.....	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวรอบผลลำไย หลังจากต้นลำไยได้รับ โพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ในฤดูฝน.....	49
13 ค่าความหนาเปลือกผล ความหนาเนื้อผล และความแน่นเนื้อของผลลำไยหลังจาก ต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน.....	50
14 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำหนักสดของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ด ลำไย หลังจากต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน.....	51
15 น้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย หลังจากต้นลำไยได้รับ โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และ ไทโอยูเรียในฤดูฝน.....	52

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การออกดอกของ ต้นลำไย.....	71
2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนของ ต้นลำไย.....	71
3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกลิ้นของ ต้นลำไย.....	71
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกป็นใบของ ต้นลำไย.....	72
5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์.....	72
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์.....	72
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์.....	73
8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์.....	73
9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์.....	73
10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์.....	74
11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์.....	74
12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์.....	74
13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การติดผลของลำไย เมื่อผล ลำไยมีขนาดเท่าเหรียญบาท (ประมาณ 20 มิลลิเมตร).....	75

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จำนวนผลต่อข้อของลำไย เมื่อผลลำไย มีขนาดเท่าหรือใหญ่กว่า.....	75
15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความสูงของผลลำไย ในระยะเก็บเกี่ยว.....	75
16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของผลลำไย ในระยะเก็บเกี่ยว.....	76
17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวรอบผลลำไย ในระยะเก็บเกี่ยว.....	76
18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาเปลือกผลของผลลำไย ในระยะเก็บเกี่ยว.....	76
19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาเนื้อผลของผลลำไย ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	77
20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความแน่นเนื้อของผลลำไย ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	77
21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหวานของเนื้อผล ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	77
22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักสดของเปลือกผล ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	78
23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักสดของเนื้อผล ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	78
24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักสดของเมล็ดลำไย ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	78
25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักแห้งของเปลือกผล ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	79
26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักแห้งของเนื้อผล ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	79
27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไย ในระยะ เก็บเกี่ยว.....	79

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์.....	80
29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์.....	80
30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์.....	80
31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์.....	81
32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์.....	81
33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์.....	81
34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์.....	82
35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์.....	82
36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์.....	82
37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์.....	83
38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์.....	83
39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์.....	83
40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์.....	84

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์.....	84
42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์.....	84
43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์.....	85
44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์.....	85
45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์.....	85
46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์.....	86
47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์.....	86

สารบัญญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ลักษณะใบของลำไย.....	4
2 ลักษณะช่อดอกของลำไย.....	4
3 ดอกตัวผู้ของลำไย.....	5
4 ดอกตัวเมียของลำไย.....	6
5 ดอกสมบูรณ์เพศของลำไย.....	6
6 ลักษณะผลของลำไย.....	7
7 โครงสร้างของพาโคโลบิวทราโซล.....	22
8 โครงสร้างของเมพิควอทคลอไรด์.....	24
9 โครงสร้างของไทโอยูเรีย.....	26
10 การวัดความกว้างของช่อดอกลำไย.....	33
11 การวัดความยาวของช่อดอกลำไย.....	33
12 การห่อช่อดอกลำไยเพื่อนำมานับจำนวนดอกต่อช่อ.....	34
13 ขนาดผลลำไยที่นำไปวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 มิลลิเมตร.....	35
14 การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของลำไย.....	35

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวก	หน้า
1 ข้อคอกของลำไยในแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 (ก) กรรมวิธีที่ 2 (ข) กรรมวิธีที่ 3 (ค) กรรมวิธีที่ 4 (ง) (วันที่ 8 สิงหาคม 2560).....	88
2 การเก็บยอดลำไยเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในยอด.....	89
3 การปั่นยอดลำไยอบแห้งก่อนส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร.....	89
4 สถานที่ทำการทดลอง ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี.....	90

บทนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่มีผลผลิตลำไยนอกฤดูมากที่สุดในประเทศ มีพื้นที่ปลูกเท่ากับ 209,242 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเท่ากับ 177,759 ไร่ และผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,358 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานสถิติจังหวัดจันทบุรี.ออนไลน์. 2560) ซึ่งปกติแล้วการออกดอกติดผลของลำไยในฤดูจะมีปัจจัยเกี่ยวข้องหลายปัจจัยและมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม กล่าวคือ ช่วงก่อนการออกดอกใบและยอดจะต้องหยุดการผลิใบ มีการสะสมอาหารเพียงพอ ใบอยู่ในสภาพแก่ทั้งต้น มีอุณหภูมิหนาวเย็นประมาณ 10 - 20 องศาเซลเซียส ช่วงหนึ่งก่อนการออกดอก แต่ในปัจจุบันเกษตรกรสามารถชักนำให้ต้นลำไยออกดอกได้ตลอดทั้งปีด้วยการใช้สารในกลุ่มคลอเรต (สุชาติ จันทรหะลิอง. 2545 : 2) อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูฝน ต้นลำไยมีการตอบสนองต่อโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) ไม่ดีนัก ทำให้ลำไยออกดอกน้อย (Manochai and et al. 2005 : 380) ซึ่งการออกดอกนอกฤดูของลำไยมากหรือน้อยอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุใบ อัตราการให้สารที่เหมาะสม ฤดูกาลให้สาร ความเข้มแสง และพันธุ์ลำไย (พาวัน มะโนชัย และคณะ. 2547 : 18) ด้วยเหตุนี้ การแก้ไขปัญหาลำไยออกดอกน้อยในช่วงฤดูฝน จึงมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตลำไยได้มากขึ้น

ในปัจจุบันมีรายงานวิจัยหลายฉบับที่พบว่า พาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย สามารถกระตุ้นหรือส่งเสริมการออกดอกของพืช เช่น มะลิวรรณ นาสี และคณะ (2557 : 272) รายงานว่า เมพิควอทคลอไรด์และพาโคลบิวทราโซลสามารถชักนำให้ต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองออกดอกได้เร็ว และมีลักษณะช่อดอกสั้นมากกว่ากรรมวิธีควบคุม พาวัน มะโนชัย และคณะ (2560 : 7) พบว่า การให้พาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ลำไยเกิดดอกสั้นเพิ่มมากขึ้นและลดการเกิดช่อดอกปนใบอย่างเห็นได้ชัด สิทธา จิตอารีรัตน์ (2545 : 24) รายงานว่า ไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาสีสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร 92 เปอร์เซ็นต์ สุรพล ฐิติธนากุล และสุชาติ เจริญทอง (2557 : 25) พบว่า ไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำลายการพักตัวและกระตุ้นให้เงาะเริ่มแตกตาสีหลังได้รับสาร 7 วัน (Tongumpai and et al., (1997 : 72) รายงานว่า ไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถกระตุ้นให้มะม่วงมีการแตกตาสีหลังได้รับสาร 14 วัน

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกทดสอบผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียร่วมกับการใช้โพแทสเซียมคลอเรตต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อู๊ดอ ในฤดูฝน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาลำไยออกดอกน้อยในฤดูฝน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการให้พาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน
2. เพื่อลดปัญหาการแตกใบอ่อนของลำไยในฤดูฝนหลังจากการให้โพแทสเซียมคลอไรด์

ประโยชน์ของการวิจัย

ทราบถึงแนวทางการพัฒนาการผลิต และคุณภาพผลผลิตลำไยพันธุ์อีดอด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต และไทโอยูเรีย เพื่อส่งเสริมการออกดอกอย่างเต็มศักยภาพของลำไยในฤดูฝน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำไยเป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อนเพราะสามารถปลูกได้ทั้งในเขตร้อนและกึ่งร้อนขึ้นกับชนิดของพันธุ์ ลำไยจัดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ (Order) Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria longona* Lamk. และต่อมาได้เปลี่ยนเป็น *Dimocarpus longan* Lour. มีพืชที่อยู่วงศ์เดียวกันหลายชนิด ได้แก่ เงาะ (*Nephclium lappaceum* Linn.) และ คอแลน (*N. hypoleucum* Kurz.) เป็นต้น (พิจิตร ศรีปิ่นตา. 2549 : 1)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไย

ลำต้น

มีลำต้นขนาดปานกลางถึงใหญ่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ต้นที่เกิดจากเมล็ดมีลำต้นลักษณะตรงเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ที่มีความสูงประมาณ 10 - 20 เมตร และต้นที่เกิดจากกิ่งตอนมักแตกกิ่งก้านสาขาใกล้พื้นดิน ต้นที่เกิดขึ้นไม่ค่อยเหยียดตรงมักเอนหรือโค้งงอ ทรงพุ่มต้นสวยงาม มีการแตกกิ่งก้านสาขาดี เนื้อไม้เปราะ ทำให้กิ่งหักง่ายกว่าต้นลั่นจี่ ลักษณะเปลือกลำต้นขรุขระไม่เรียบ แตกสะเก็ดและหลุดล่อนเป็นแผ่นบาง (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 2)

ใบ

เป็นใบรวมที่ประกอบด้วยใบย่อยอยู่บนก้านใบรวมกัน (Pinnately Compound Leaves) มีปลายใบเป็นคู่ มีใบย่อย 3 - 5 คู่ ความยาวใบรวมประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือเกือบตรงข้าม ความกว้างของใบย่อย 3 - 6 เซนติเมตร ยาว 7 - 15 เซนติเมตร รูปร่างใบเป็นรูปรีหรือรูปหอก ส่วนปลายใบและฐานใบค่อนข้างป้าน ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มกว่า ด้านล่างสาเล็กน้อย ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อย และเห็นเส้นแขนง (Vein) แตกออกมาจากเส้นกลางใบชัดเจนและมีจำนวนมาก (พัชรา แสนสุข. 2554 : 2) ดังภาพประกอบ 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 1 ลักษณะใบของลำไย

ช่อดอก

เป็นช่อดอกแบบ Compound Dichasia ซึ่งก้านดอกเป็นแขนงย่อยจากก้านหลัก และแต่ละก้านแขนงนั้นมีแขนงอีก ส่วนมากเกิดจากตาที่ปลายยอด บางครั้งอาจเกิดจากตาข้างของกิ่ง ความยาวของช่อดอก 15 - 16 เซนติเมตร ช่อดอกขนาดกลาง รูปทรงกรวย ก้านของช่อดอกอวบ แข็งแรง เหยียดตรง เจริญออกไปโดยรอบ ก้านที่เจริญออกไปเหล่านี้เป็นที่เกิดของดอกเล็ก ๆ มากมาย (วารัณณา จักรสาร. 2550 : 2) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลักษณะช่อดอกของลำไย

ดอก

ดอกสีขาวหรือสีขาวออกเหลือง ขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 - 8 มิลลิเมตร มีกลิ่นหอม ช่อดอกหนึ่ง ๆ อาจมีดอก 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ซึ่งมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของดอกทั้ง 3 ชนิด คือ กลีบดอกบาง 5 กลีบ สีขาว กลีบเลี้ยงหนาแข็ง 5 กลีบ มีสีเขียวปนน้ำตาล (พัชรา แสนสุข. 2554 : 3) ดังภาพประกอบ 3 4 และ 5

โดยปกติดอกตัวผู้มีจำนวนมากว่าดอกประเภทอื่น ๆ ซึ่งสัดส่วนเพศดอกสามารถแปรผันไปตามชนิดพันธุ์ของต้นลำไย การปฏิบัติ การดูแลรักษา และสภาพอากาศในแต่ละปี ซึ่งพบว่าการมีดอกตัวเมียอยู่ในสัดส่วนที่สูง มีผลทำให้สัดส่วนของการติดผลมีเพิ่มขึ้นตามมาด้วยเช่นเดียวกัน โดยปกติแล้วพบว่า ต้นที่เจริญจากการเพาะปลูกด้วยเมล็ดมีสัดส่วนในการติดผลดีกว่าต้นที่ปลูกด้วยกิ่งตอน (กมล พงษ์เขียว. 2549 : 3)



ภาพประกอบ 3 ดอกตัวผู้ของลำไย

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้. ออนไลน์. 2557



ภาพประกอบ 4 ดอกตัวเมียของลำไย

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้. ออนไลน์. 2557



ภาพประกอบ 5 ดอกสมบูรณ์เพศของลำไย

ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้. ออนไลน์. 2557

ลักษณะของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผล

มีผลทรงกลมเบี้ยว เปลือกสีน้ำตาลปนเหลืองหรือปนเขียว ผลสุกมีเปลือกสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ มีคุ่มแบนปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก เนื้อลำไยเป็นเนื้อเยื่อพารนไคมาที่เจริญล้อมรอบเมล็ด และอยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ด ซึ่งมีสีขาว

คล้ายวุ้น มีสีขาวนุ่น ใสหรือสีชมพูเรื่อ ๆ มีกลิ่นหอม รสหวาน แตกต่างกันไปตามพันธุ์ (พัชรา แสนสุข. 2554 : 3) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ลักษณะผลของลำไย

เมล็ด

มีลักษณะทรงกลมรี หรือรูปไข่ อาจแบนด้านข้าง ขนาดเล็กมากถึงใหญ่มาก ยาว 5.8 - 15.5 มิลลิเมตร กว้าง 5.4 - 17.7 มิลลิเมตร ปริมาตร 0.08 - 4.66 มิลลิลิตร น้ำหนัก 0.09 - 2.31 กรัม เมื่อยังไม่แก่มีสีขาว แล้วค่อยเปลี่ยนเป็นสีดำมัน (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 3)

พันธุ์ของลำไย

พันธุ์ลำไยในประเทศไทยนั้น มีผู้สันนิษฐานว่านำมาจากประเทศจีนตอนใต้เข้ามาพร้อมกับชาวจีนอพยพ โดยการนำเอาเมล็ดมาปลูก จากนั้นอาจมีการผสมข้ามกันเองตามธรรมชาติ หรือมีการกลายพันธุ์ และปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม จนเกิดพันธุ์ใหม่ขึ้นหลายพันธุ์ ในเวลาต่อมาจึงกระจายไปยังแหล่งปลูกต่าง ๆ ทั่วประเทศ ลำไยที่ปลูกในประเทศไทย สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต (วันพร เข้มมุกด์. 2547 : 4) คือ ลำไยเครือหรือลำไยเถา มีลำต้นเลื้อย คล้ายเถาวัลย์ มีผลเล็ก เมล็ดโต เนื้อผลมีกลิ่นคล้ายกำมะถัน ปลูกไว้เป็นไม้ประดับมากกว่า

รับประทาน และลำไยต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ลำไยพันธุ์พื้นเมือง และลำไยกะโหลก มีอยู่หลายพันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์คอหรืออีคอ เป็นลำไยพันธุ์เบา คือออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด ราคาดี เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดี โดยเฉพาะในดินอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำพอเพียง ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์คอแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546 : 3) คือ

1.1 อีคอดอกแดง เจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีคอดอกเขียว ลำต้นแข็งแรง ไม่ฉีกหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง ใบแบนสีแดง ปัจจุบันคอดอกแดงไม่ค่อยนิยมปลูก เนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดี และเมื่อผลเริ่มสุกถ้าเก็บไม่ทันอาจทำให้ผลร่วงเสียหายมาก

1.2 อีคอดอกเขียว มีลักษณะคล้ายอีคอดอกแดง แต่ใบอ่อนเป็นสีเขียว ออกดอกติดผลง่าย แต่อาจไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ลำไยพันธุ์อีคอก็ยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้ 2 ชนิด คือ อีคอก้านอ่อน เปลือกของผลมีลักษณะค่อนข้างบาง และอีคอก้านแข็ง เปลือกของผลมีลักษณะค่อนข้างหนา ขนาดของผลค่อนข้างใหญ่ ทรงผลกลมแป้นเบี้ยว ผิวสีน้ำตาล มีกระหรือตาห่าง สีน้ำตาลเข้ม เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น เมล็ดขนาดใหญ่ปานกลาง รูปร่างแบนเล็กน้อย

2. พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู ออกดอกและติดผลดีกว่าพันธุ์คอ ผลไม่สม่ำเสมอ เริ่มให้ผลเมื่ออายุ 4 ปี ออกดอกปลายเดือนมกราคม เก็บผลปลายเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ลักษณะผลค่อนข้างกลม กว้าง 2.9 เซนติเมตร หนา 2.7 เซนติเมตร ยาว 2.7 เซนติเมตร สีน้ำตาลอ่อน เนื้อกรอบ สีชมพูเล็กน้อย สีเนื้อเข้มขึ้นเมื่อผลแก่จัด รสหวานจัด กลิ่นหอม ขนาดผลโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์คอ นิยมบริโภคสดและแปรรูป (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546 : 3)

3. พันธุ์เหวหรืออีเหว เป็นลำไยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์เหวแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เหวยอดแดงและเหวยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด เหวยอดแดงมีใบอ่อนเป็นสีแดง เหวยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยาก อาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้น ขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอ รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดเล็ก เหวยอดแดงจะออกดอกง่ายกว่าเหวยอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่า และมีปริมาณน้ำมากกว่าเหวยอดเขียว (ฉลองชัย แบบประเสริฐ, 2551 : 4)

4. พันธุ์เขียวหรืออีเขียว เป็นลำไยพันธุ์หนักเจริญเติบโตดี ทนแล้งได้ดีแต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด เกิดดอกยาก มักเว้นปี ช่อผลหลวม สีของผลเมื่อมีขนาดเล็กสีเขียว พันธุ์เขียวแบ่งได้เป็น 2 ชนิด เขียวเขียวก้านแข็ง (เขียวเขียวป่าเส้า) และเขียวเขียวก้านอ่อน (เขียวเขียวป่าแดด) เขียวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ตกแต่ขนาดผลใหญ่มากและติดผลน้อย

ส่วนเบี๊ยะวเจี๊ยะวกำันอ่อนให้ผลคกเป็นพวงใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่ ทรงผลกลมแบนและเบี๊ยะวมาก
ผิวสีเบี๊ยะวอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เมล็ดค่อนข้างเล็ก (ฉลองชัย แบบประเสริฐ.
2551 : 4)

การเลือกพื้นที่ปลูก

พื้นที่ปลูกลำไยที่เหมาะสม ควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1000 เมตร เป็นที่ราบ
หรือมีความลาดเอียงไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ลำไยเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ดิน
ที่เหมาะสมที่สุดคือ ดินร่วนปนทรายและดินตะกอนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงถึงปานกลาง มีการ
ระบายน้ำได้ดี จึงควรเป็นที่ดอนหรือเนินเล็กน้อยเพราะช่วยให้ระบายน้ำได้ดีกว่าพื้นที่ลุ่ม มีหน้าดินลึก
อย่างน้อย 50 เซนติเมตร ดินควรเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย มีความเป็นกรด - ด่าง ประมาณ
5.5 - 6.5 ความเป็นกรดของดินมีความสำคัญต่อการละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน น้ำเป็น
สิ่งจำเป็นในการปลูกลำไยโดยเฉพาะช่วงต้นเล็กหลังปลูกใหม่และช่วงที่ลำไยติดผลแล้ว ควรมี
การกระจายตัวของฝนค่อนข้างดีคือประมาณ 100 - 150 วันต่อปี พื้นที่ปลูกไม่มีระบบชลประทาน
ควรมีปริมาณน้ำฝน 1000 - 2000 มิลลิเมตรต่อปี ถ้ามีฝนตกน้อยกว่า 1000 - 1200 มิลลิเมตรต่อปี
จำเป็นต้องให้น้ำเสริม ลำไยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 20 - 30 องศาเซลเซียส
แต่ต้องการอุณหภูมิต่ำ 10 - 15 องศาเซลเซียส ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมเพื่อกระตุ้น
ให้ออกดอก เนื่องจากลำไยเป็นไม้ผลที่ต้องการแสงแดดเต็มที่ในการเจริญเติบโตออกดอก
และติดผล พื้นที่ปลูกจึงควรเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง (จงรัก อิ่มใจ. 2551 : 5)

การผลิตลำไยนอกฤดู

ปัจจุบันปัญหาเรื่องการออกดอกไม่สม่ำเสมอของลำไยสามารถแก้ไขได้โดยการใช้
สารโพแทสเซียมคลอเรตกระตุ้นหรือชักนำการออกดอกของลำไย โดยเฉพาะในแหล่งผลิตลำไย
ที่จังหวัดลำพูน เชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย พะเยาและจันทบุรี ซึ่งกรรมวิธีการใช้สารโดยการราดทางดิน
(ละลายน้ำแล้วราดภายในทรงพุ่ม หรือหว่านสารภายในทรงพุ่มแล้วให้น้ำตาม)หรือวิธีการพ่นทางใบ
วิธีใดวิธีหนึ่งก็สามารถกระตุ้นให้ลำไยออกดอกได้ภายใน 21 - 35 วัน โพแทสเซียมคลอเรตมี
สูตรทางเคมีคือ $KClO_3$ สามารถละลายน้ำได้และละลายในสาร เช่น กลีเซอรอล และแอลกอฮอล์
ลักษณะเป็นผลึกใสไม่มีสี อาจเป็นผงสีขาวหรือเม็ดสีขาว คุณสมบัติเป็นของแข็ง และเป็นตัวเติม
ออกซิเจนที่รุนแรงมาก สามารถติดไฟและระเบิดได้เมื่อนำไปปฏิกิริยากับสารบางชนิด เช่น กำมะถัน
ฟอสฟอรัส ซัลไฟด์ บั๊ยะยูเรีย น้ำตาลทราย เกลือแอมโมเนียเกือบทุกชนิดและสารตัวเติมออกซิเจน
ชนิดอื่น ๆ ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารผสม ดังกล่าวข้างต้น (ยุทธนา เขาสุเมรุ และคณะ. 2559 : 6)

โพแทสเซียมคลอเรต

คุณสมบัติของโพแทสเซียมคลอเรต

พิจิตร ศรีปิ่นตา (2549 : 7) กล่าวถึงคุณสมบัติของโพแทสเซียมคลอเรต ดังนี้

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อเคมี	: Potassium Chlorate
ชื่อสามัญและชื่อพ้อง	: คลอเรตโพแทส (Chlorate of Potash) เกลิอเบอโทเรต (Bertholler Salt) โพแทสเซียมออกซิบูเรต (Potassium Oxymurate)
การจัดกลุ่มทางเคมี	: Inorganic Salt
ชื่อผลิตภัณฑ์	: โพแทสเซียมคลอเรต โพแทสเซียมคลอเรต โพแทสเซียมคลอเรต
สูตรทางเคมี	: KClO_3
น้ำหนักโมเลกุล	: 122.55

โพแทสเซียมคลอเรต 1 โมเลกุล ประกอบด้วย ธาตุโพแทสเซียม (K) 1 อะตอม ธาตุคลอรีน (Cl) 1 อะตอม และธาตุออกซิเจน (O) 3 อะตอม

กลไกการทำงานในพืช

เอนไซม์ไนเตรรีดักเตส (Nitrate Reductase : NR) ซึ่ง NR เป็นเอนไซม์ที่พืชมีไว้ช่วยให้ อนุมูลไนเตรท (Nitrate : NO_3^-) เกิดการรีดิวซ์ไปเป็นอนุมูลไนไตรท์ (NO_2^-) ก่อนที่เอนไซม์ไนไตรท์รีดักเตส (Nitrite Reductase : NiR) จะมาช่วยการรีดิวซ์ต่อไปเป็นอนุมูลแอมโมเนียม (NH_4^+) ที่พืชนำไปใช้ได้ โดยการทำงานของเอนไซม์ไนเตรรีดักเตสต้องอาศัยสารให้อิเล็กตรอน (NADH หรือ NADPH) ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช ในพืชนั้นอนุมูลของคลอเรตเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติ เป็นคู่แข่งกับอนุมูลไนเตรท ในการทำปฏิกิริยารีดักชันเปลี่ยนคลอเรต (ClO_3^-) ไปเป็นคลอไรท์ (ClO_2^-) ที่ทำให้เกิดความเป็นพิษในใบถั่วเหลือง ใบของต้นกล้าข้าว และสาหร่ายสีเขียว เมื่ออนุมูล คลอเรตถูกทำลายลง จะไปเกาะกับเอนไซม์ไนเตรรีดักเตส แล้วเกิดเป็นอนุมูลคลอไรท์ ซึ่งมีผลทำให้ เอนไซม์ไนเตรรีดักเตสไม่สามารถทำงานต่อไปได้อีก ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของ เอนไซม์ไนเตรรีดักเตสภายในต้นพืชจึงลดลงภายหลังการได้รับสารประกอบคลอเรต เนื่องจาก เอนไซม์ไนเตรรีดักเตส เป็นเอนไซม์ที่สร้างขึ้นโดยการกระตุ้นของสารตั้งต้น ดังนั้น อนุมูลคลอเรต จึงมีส่วนกระตุ้นการสร้างไนเตรรีดักเตส เอ็มอาร์เอ็นเอ ด้วย (Nitrate Reductase mRNA) ซึ่งเป็น รหัสทางพันธุกรรมในการสร้างเอนไซม์ไนเตรรีดักเตสด้วย เมื่อวัดปริมาณของไนเตรรีดักเตส

เอ็มอาร์เอ็นเอ จึงมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อวัดปริมาณของเอนไซม์ในเตรตรีคเตส พบว่า มีน้อยลง (พัชรินทร์ จงรักไทย, 2551 : 7)

เมื่อกระตุ้นการออกดอกด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ ลำไยจะเริ่มแทงช่อหลังใส่สารประมาณ 20 - 25 วัน โดยเริ่มแรกจะไม่เห็นชัดเจนว่าเป็นช่อดอกหรือช่อใบ แต่หลังจาก 1 สัปดาห์ จะเห็นตาออกลักษณะคล้ายตุ่มสีขาวตามซอกของใบอ่อนรวมทั้งปลายยอด จากนั้น 2 - 3 วัน ช่อใบอ่อนจะฝ่อและแห้งทำให้ตาออกพุ่งตัว และเจริญต่อเนื่องจนยาวที่สุดในระยะเวลา 20 - 30 วัน หลังการออกช่อ ดังนั้น อาจมีความเป็นไปได้ว่าอนุมูลคลอไรด์ หรืออนุมูลคลอไรท์ ที่เกิดจากการแตกตัวของอนุมูลคลอไรด์ มีส่วนทำให้ใบอ่อนฝ่อตัวที่ความยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร และการฝ่อตัวมีส่วนกระตุ้นการพัฒนาตาออกให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จากการสังเกตพบผลอย่างชัดเจนว่า ช่อดอกที่นำมาศึกษานั้นไม่พบการยึดตาออกก่อนการฝ่อตัวของใบอ่อน ดังนั้นจึงน่าจะเป็นข้อสันนิษฐานอีกเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับกลไกการออกดอกของลำไยหลังถูกกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ (สุรพล ใจแสน, 2544 : 8)

การชักนำให้ลำไยออกดอกโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์

การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์เพื่อกระตุ้นการออกดอกของลำไย ตามรายงานทางวิชาการในประเทศไทยพบว่ามีการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นที่ใช้และรูปแบบของการใช้สาร โดยได้ศึกษากับต้นลำไยพันธุ์คือเป็นส่วนใหญ่ เพราะเป็นพันธุ์ที่ตรงกับความต้องการของท้องตลาด และเป็นพันธุ์ที่มีช่อยาวให้ผลดก การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์กระตุ้นการออกดอกของลำไยสามารถทำได้โดยการโรยโคนต้นรอบทรงพุ่มหรือใช้ละลายน้ำพ่นทางใบ (สุรพล ใจแสน, 2544 : 18) ในปัจจุบันพบว่าโพแทสเซียมคลอไรด์ สามารถกระตุ้นการออกดอกของลำไยได้ โดยที่อนุมูลของคลอไรด์เป็นตัวกระตุ้นให้ลำไยเกิดการออกดอก ซึ่งอนุมูลของคลอไรด์เป็นสารประกอบที่คุณสมบัติในการเป็นคู่แข่งกับอนุมูลไนเตรท ในการทำปฏิกิริยารีดักชันโดยมีเอนไซม์ไนเตรตรีคเตส เป็นตัวกระตุ้น โดยอนุมูลคลอไรด์มีความสามารถในการเกาะจับกับเอนไซม์ไนเตรตรีคเตสได้ดีกว่าอนุมูลไนเตรท (พัชรินทร์ ทองมาก, 2552 : 8)

เมื่อนำไปใช้ในรูปแบบของการผสมน้ำราด ให้ทางดินหรือโรยรอบโคนต้น รากสามารถลำเลียงคลอไรด์เข้าสู่ลำต้น โดยการเคลื่อนย้ายแบบอพอพลาส (Apoplast) ส่วนวิธีการพ่นให้ทางใบนั้น มีการเคลื่อนย้ายจากใบลงไปยังส่วนล่างของต้น โดยผ่านชั้นผนังเซลล์ด้านนอก (Cuticle) วิธีการให้สารทางใบจึงไม่มีผลทำให้รากพืชได้รับความเสียหาย เมื่อคลอไรด์ถูกลำเลียงไปยังรากผ่านทางลำต้นนั้น ส่วนของอนุมูลคลอไรด์จะเกาะกับ เอนไซม์ไนเตรตรีคเตสได้ด้วยเหตุผลที่คลอไรด์เป็นอนุพันธ์ของไนเตรต หรือเป็นสารที่มีรูปร่างคล้ายกัน มีคุณสมบัติจับกับเอนไซม์ไนเตรตรีคเตส

ในการทำปฏิกิริยารีดักชันได้ดีกว่าในเตรต จากนั้นคลอเรตจะลดรูปเป็นคลอไรด์ ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในเตรตรีดักเตส โดยปกติแล้วพืชจะใช้เอนไซม์ในเตรตรีดักเตสในการรีดิวซ์ในเตรตให้เป็นไนไตรท์ และเอนไซม์ในเตรตรีดักเตสจะรีดิวซ์ไนไตรท์เป็นแอมโมเนียม ก่อนจะถ่ายทอดสู่การสร้างกรดอะมิโน และโปรตีนตามลำดับ ทำให้เกิดการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ และยังพบว่าคลอไรด์ที่เกิดจากการสลายคลอเรตจากเอนไซม์ในเตรตรีดักเตส สามารถยับยั้งกระบวนการเติมหมู่เมทิลเข้าไปในสายดีเอ็นเอ (DNA Methylation) โดยไปยับยั้งการสร้างกรดจีเบอ - เรลลิน ทำให้กระตุ้นการออกดอกได้ ส่วนโพแทสเซียมที่เหลือจากการแตกตัวของโพแทสเซียมคลอเรต เป็นธาตุอาหารหลักของพืช เพื่อใช้สร้างความแข็งแรงของกิ่งก้าน ลำต้น และช่วยในกระบวนการเจริญเติบโต หรือเมทาบอลิซึม ดังนั้นการให้โพแทสเซียมคลอเรต ส่งผลให้ขบวนการใช้ในโตรเจนของพืชในการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบถูกรบกวนอย่างรุนแรง ทำให้ต้นลำไยออกดอกหลังจากได้รับสารแล้ว 25 วัน (วิชชุดา ทองอ่อน. 2555 : 9)

ปัจจัยที่มีผลต่อการตอบสนองของต้นลำไยต่อสารโพแทสเซียมคลอเรต

ความบริสุทธิ์ของสารและอัตราการใช้ที่เหมาะสม

ในช่วงแรกของการค้นพบโพแทสเซียมคลอเรต ยังไม่ทราบแน่ชัดถึงอัตราการใช้ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นให้ออกดอกและไม่เป็นพิษต่อต้นลำไย เกษตรกร ผู้บริโภค และสภาพแวดล้อม ซึ่งในระหว่างนั้นโพแทสเซียมคลอเรตถูกควบคุมโดยกระทรวงกลาโหมอย่างเข้มงวดจึงมีการนำมาปลอมปนกับสารอื่นแล้วจำหน่ายในรูปของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้ความบริสุทธิ์ของสารลดลง อัตราการใช้ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตขึ้นมา ในปัจจุบันพบว่า ช่วงอัตราที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5 - 20 กรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่ทรงพุ่ม (Diczbalis and Drinnan. 2007 : 24) การกำหนดอัตราของสารนั้นจะขึ้นอยู่กับพันธุ์และฤดูกาล ถ้าเป็นฤดูหนาวควรให้สารในอัตราที่ต่ำ ส่วนในฤดูฝนควรให้ในอัตราที่สูง (พาวิน มะโนชัย และคณะ. 2560 : 10) การใช้สารปริมาณน้อยสามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้แต่จำเป็นต้องใช้ในช่วงเดือนพฤศจิกายน อัตรา 8 กรัมต่อตารางเมตร สามารถชักนำให้ลำไยพันธุ์ดอออกดอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราที่ต่ำกว่านี้คือ 4 กรัมต่อตารางเมตร ชักนำให้ออกดอกได้ 86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์สีชมพูนั้น การให้สารเพียง 1 กรัมต่อตารางเมตร สามารถชักนำให้ออกดอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการให้เสริมการออกดอกในฤดู (นิพัฒน์ สุขวิบูลย์. 2547 : 11)

ระยะการพัฒนาหรือการเจริญเติบโตของใบ

ต้นลำไยที่สามารถตอบสนองต่อสารคลอเรตได้ดีนั้นควรให้สารในระยะใบแก่ อายุใบ 25 - 40 วัน (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร. 2549 : 7) หรืออย่างน้อยต้องอยู่ในระยะใบเพสลาด

ทั้งนี้เนื่องจากใบอ่อนหรือยอดอ่อนเป็นส่วนของพืชที่มีการใช้อาหารหรือใช้พลังงานสูง ดังนั้นในการราดสารในระยะนี้จึงทำให้ต้นลำไยมีอาหารสะสมไม่มากพอที่จะพัฒนาดอก จึงทำให้ไม่มีการตอบสนองต่อสารคลอเรตในการชักนำให้ออกดอก มีการแย่งชิงอาหารระหว่างใบอ่อนและส่วนของตาที่จะพัฒนาเป็นดอก (พิจิตร ศรีปิ่นตา, 2549 : 7)

ฤดูในการให้สาร

ช่วงแรกที่เหมาะสมสำหรับการให้สารควรมีสภาพอากาศปลอดโปร่ง ดินแห้งโดยเฉพาะช่วงปลายฤดูฝน แต่มีข้อจำกัดว่าหากใช้สารแล้วดอกบานตรงฤดูหนาว ดอกตัวเมียจะมีขนาดเล็กและละอองเกสรตัวผู้มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำทำให้ไม่ติดผล ดังนั้นต้องคำนวณระยะเวลาการให้สารที่เหมาะสม ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้สารได้แก่ปลายเดือนกันยายนถึงต้นเดือนตุลาคมต้น ซึ่งจะทำให้ลำไยสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนฤดูปกติ แต่การให้สารปลายเดือนตุลาคมดอกจะบานตรงอากาศหนาวเย็นพอดีทำให้ลำไยไม่ติดผล ช่วงที่ 2 คือให้สารเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ขณะที่อากาศเย็นต้นลำไยสามารถออกดอกได้พร้อมกับลำไยในฤดูและมีข้อดีคือผลค่อนข้างดกมากกว่าลำไยในฤดูซึ่งไม่ให้สาร ช่วง 3 ได้แก่ การผลิตลำไยนอกฤดูให้เก็บเกี่ยวได้ตรงเทศกาลปีใหม่หรือตรุษจีน โดยการให้สารเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นระยะที่ฝนยังไม่ตกชุกมากนัก การให้สาร 3 ช่วงดังกล่าวนี้ สามารถทำให้ต้นลำไยออกดอกติดผลค่อนข้างดีสำหรับช่วงอื่น ๆ ในรอบปีนั้นได้ผลน้อย เช่น เดือนมีนาคมมีอากาศร้อนเกินไป ทำให้ช่อดอกมีลักษณะสั้น จำนวนดอกในช่อมีน้อย ดอกบานเร็วและติดผลน้อย ส่วนการให้สารเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมเป็นช่วงที่มีอากาศมีดครึ้มด้วยเมฆหมอกและดินชุ่มน้ำด้วยน้ำ การให้สารในลักษณะนี้ได้ผลน้อย และหากโคนต้นมีน้ำท่วมขังให้งดใช้สาร โดยเด็ดขาดมิฉะนั้นต้นลำไยอาจตายได้ (นิพนธ์ สุขวินุลย์, 2547 : 11)

พันธุ์ลำไย

การตอบสนองของลำไยในแต่ละพันธุ์ต่อสารคลอเรตแตกต่างกัน พันธุ์สีชมพูตอบสนองดีที่สุดคือใช้สารในเดือนพฤศจิกายนเพียง 2 กรัมต่อตารางเมตร สามารถกระตุ้นให้ต้นลำไยออกดอกได้ ส่วนพันธุ์แก้วและใบด้าใช้สารในอัตรา 4 กรัมต่อตารางเมตร ออกดอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ดอใช้สารในอัตรา 8 กรัมต่อตารางเมตร สามารถชักนำให้ต้นลำไยออกดอกได้ดี (นิพนธ์ สุขวินุลย์, 2547 : 11)

กระบวนการเกิดดอก

การเกิดดอกของพืชต้องอาศัยกระบวนการต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาที่ซับซ้อน โดยมีปัจจัยทั้งทางด้านสภาพแวดล้อมภายนอก ตลอดจนทั้งเกิดจากอิทธิพลภายในต้นพืช เช่น การเจริญเติบโตจาก

ระยะเยาวภาพ (Juvenile Phase) ไปเป็นระยะเต็มวัย (Mature Phase) จากนั้นเมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสม พืชจะถูกกระตุ้นให้สร้างดอกได้ซึ่งถือว่าเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ อย่างไรก็ตามการชักนำการออกดอกของพืชจะถูกกำหนดโดยพันธุกรรม เช่นเดียวกับกระบวนการสรีรวิทยาอื่น ๆ ในขณะที่สิ่งแวดล้อมที่จำเพาะจะทำปฏิกิริยาร่วมส่งผลให้พืชสร้างดอก โดยทั่วไปกระบวนการเกิดและพัฒนาของดอกแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้

ระยะการเจริญเต็มวัย

พืชทั่วไปจะออกดอกได้เมื่อมีการเจริญเต็มวัย (Mature) หมายถึง ความพร้อมของอายุของต้นพืชนอกเหนือจากอาหารสะสมและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม พืชจึงตอบสนองต่อปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดดอกได้ ระยะที่พืชโตเต็มวัยจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พันธุ์พืช ฤดูกาล และสภาพแวดล้อม ในไม้ยืนต้นซึ่งมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบสลับกับการออกดอก มักมีระยะเวลาการเจริญเติบโตนานกว่าจะสามารถออกดอกได้ (วิชชุดา ทองอ่อน, 2555 : 11)

ระยะชักนำ

เป็นระยะที่พืชเริ่มมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นหรือชักนำจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ระยะกิ่งใบเปลี่ยนเป็นระยะเจริญพันธุ์ เช่น แสง อุณหภูมิ อายุและความสมบูรณ์ของต้น การชักนำหมายถึง การเกิดเหตุการณ์ที่เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการที่ทำให้พืชมีความสามารถในการออกดอก โดยการสร้างการสร้างอาร์เอ็นเอ (RNA) จากกระบวนการถอดรหัส (Transcription) ส่งผลต่อการแสดงออกของยีน ซึ่งไปควบคุมการออกดอก การชักนำไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นตรงตำแหน่งที่ดอกจะปรากฏ แต่อาจเกิดที่ส่วนอื่นของต้นพืช เช่น พืชที่ออกดอกตอบสนองต่อช่วงแสง จะมีใบเป็นตัวรับสัญญาณภายนอก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์สารตัวกลางซึ่งอาจเป็นสารอินทรีย์และฮอร์โมน แล้วเคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งที่จะกระตุ้นให้มีการออกดอก (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 12)

ระยะการเกิดตาดอก

เป็นระยะที่เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงของตายอดที่จะเจริญเป็นดอก (Floral Primodial) โดยเซลล์เนื้อเยื่อเจริญเริ่มขยายตัวมีลักษณะค่อนข้างแบนและกว้าง สามารถเห็นได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 12) มีการพองตัวของตาดอก (Floral Bud) พร้อมกับมีไมโทซิสเพิ่มขึ้น เป็นระยะที่เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงของตาที่จะเปลี่ยนเป็นดอก (วิชชุดา ทองอ่อน, 2555 : 11)

ระยะการพัฒนาของดอก

เป็นระยะที่มีการสร้างส่วนประกอบของดอกหลังจากตายอดเปลี่ยนเป็นตาดอกแล้ว ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย และฐานรองดอก (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 12)

โดยทั่วไปแล้วชั้นของกลีบเลี้ยง (Calyx) จะถูกสร้างขึ้นก่อนส่วนประกอบชั้นอื่น ตามด้วยชั้นของกลีบดอก (Corolla) ชั้นเกสรเพศผู้ (Androecium) และชั้นเกสรเพศเมีย (Gynoecium) ส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอกจะมีการเจริญและพัฒนาขึ้นมาจนถึงระยะเวลาดอกบาน (Anthesis) ถือเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาของดอกในพืช (วิชชุตา ทองอ่อน. 2555 : 11)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือชักนำให้ลำไยออกดอก

ลำไยเป็นไม้ผลที่มีนิสัยออกดอกไม่แน่นอนในแต่ละปี คือมีลักษณะการออกดอกไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี (Irregular Bearing) หรือมีการออกดอกเว้นปี (Alternate Bearing) จากการที่ลำไยออกดอกไม่สม่ำเสมอ นั้น สาเหตุมาจากหลายปัจจัย ซึ่งพอจำแนกได้ดังนี้

ปัจจัยภายใน

1. พันธุ์

ลำไยพันธุ์ที่ออกดอกง่าย มีนิสัยออกดอกมากกว่า 1 ครั้งต่อปีหรือออกดอกได้ตลอดทั้งปี ได้แก่ พันธุ์เพชรสาคร ซึ่งเป็นพันธุ์ที่พบว่ามี การปลุกในแถบที่ลุ่มภาคกลาง ส่วนพันธุ์ที่ปลูกในภาคเหนือ นั้น พันธุ์ที่ออกดอกง่ายที่สุดถือว่าเป็นพันธุ์เบา ได้แก่ พันธุ์ดอ พันธุ์กลาง ได้แก่ พันธุ์สีชมพู พันธุ์ที่ออกดอกยากถือว่าเป็นพันธุ์หนัก ได้แก่ พันธุ์แก้ว และเขียวเขียว ทั้งนี้ อาจจะ เป็นเพราะพันธุ์เบา มีโอกาสสะสมอาหารภายในต้นได้มากกว่าพันธุ์หนัก เนื่องจากมีช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ผลผลิตได้เร็ว (พิจิตร ศรีปิ่นตา. 2549 : 13)

2. ความสมบูรณ์ของต้น

ต้นลำไยที่มีการออกดอกได้ดี ต้องเป็นต้นที่มีความสมบูรณ์ ซึ่งสังเกตได้จากการแตกใบอ่อน 2 - 3 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากลำไยเป็นไม้ผลที่มีระยะการพัฒนาผลยาวนาน (6 - 7 เดือน) จึงทำให้มีระยะเวลาในการสร้างและสะสมอาหารเป็นช่วงเวลาดำเนิน จึงจำเป็นต้องมีใบเพื่อช่วยในการสะสมอาหารให้เพียงพอ ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลำไยมีการออกดอกปีเว้นปี (Alternate Bearing) (พิจิตร ศรีปิ่นตา. 2549 : 13) เช่นเดียวกับ ชรัสพันธ์ ตาชม (2548 : 10) กล่าวว่า ลำไยใช้เวลาในการออกดอกจนถึงผลแก่พร้อมเก็บเกี่ยวรวมทั้งสิ้นประมาณ 7 - 8 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้อาหารสำหรับเลี้ยงผลในปริมาณมาก และมีเวลาสะสมอาหารเพื่อใช้ในการออกดอกครั้งต่อไปเพียง 4 - 5 เดือน ดังนั้นหากไม่มีการดูแลรักษาต้นลำไยให้สมบูรณ์เพียงพอ อาจทำให้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ในปีต่อไป ลำไยออกดอกน้อยลง

3. ช่วงเวลาในการแตกใบอ่อน หรือการผลิใบอ่อน

ลำไยที่มีการเจริญเติบโต ควรมีการแตกใบอ่อนอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้มีการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ยและให้น้ำหลังจากการเก็บเกี่ยวเพื่อเร่งการแตกใบอ่อน

อีกประการหนึ่งช่วงเวลาการแตกใบอ่อนควรอยู่ในช่วงฤดูฝน ไม่ควรให้มีการแตกใบอ่อนในช่วงฤดูหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป เนื่องจากจะทำให้ลำไยออกดอกน้อยหรือไม่ออกดอก (พิจิตร ศรีปิ่นดา, 2549 : 14)

4. สัดส่วนระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

การเกิดดอกในไม้ผลเป็นการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต โดยอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง จากการศึกษาและในงานทดลองมักมีการกล่าวถึงความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนต่อการสร้างตาดอก โดยสัดส่วนระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TNC/TN) มีค่าสูงมีผลต่อการเสริมสร้างตาดอก แต่หากมีค่าต่ำจะส่งเสริมการสร้างใบและกิ่งก้าน (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 16) คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท 1) คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปโครงสร้าง (Structural Carbohydrate) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างภายในพืช 2) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส และเด็คซ์ทริน ทำหน้าที่สะสมอาหาร คาร์โบไฮเดรตคือน้ำตาลหรือแป้งที่ได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นอาหารสะสม และเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ (มะลิวรรณ นาสี, 2557 : 14) จากการศึกษาของคารณี เกียรติสกุล และตระกูล ต้นสุวรรณ (2545 : 13) พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ในยอดลำไยที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างในใบไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องจากเป็นแหล่งสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตแล้วส่งออกไปยังส่วนอื่น ๆ ของพืช ไม่ได้เก็บสะสมไว้ ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในใบมีน้อยกว่าในยอดและราก อย่างไรก็ตามพบว่า การศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในยอดลำไยก่อนการออกดอกมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในสัปดาห์ที่ 8 และ 6 ก่อนการออกดอก และเพิ่มสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการออกดอก หลังจากนั้นจะลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก (วันทนา ทองเล่ม, 2543 : 15) จากศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างและไนโตรเจนทั้งหมดของลำไยพันธุ์ดอพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของกลุ่มที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ และยังพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในช่วงพัฒนาของตาดอกของลำไย มีแนวโน้มต่ำกว่าช่วงที่ไม่มีการพัฒนาตาดอก (วิชชุดา ตองอ่อน, 2555 : 18)

5. ฮอร์โมน

ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นก็มีส่วนอย่างมากต่อการออกดอก ปัจจุบันพบว่าพืชหลายชนิดได้แก่ มะม่วง ส้ม สตรอเบอร์รี่ ผลไม้เขตนานต่าง ๆ เช่น ท้อ แอปเปิ้ล เชอร์รี่ อัลมอนด์ จะมีการออกดอกได้ก็ต่อเมื่อปริมาณจิบเบอเรลลินภายในต้นมีน้อยลง เนื่องจากจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเติบโตทางกิ่งใบ ดังนั้นวิธีการใดก็ตามที่มีผลทำให้ปริมาณจิบเบอเรลลินลดต่ำลงก็ย่อมจะกระตุ้นให้พืชเหล่านี้ออกดอกมากขึ้น วิธีหนึ่งที่จะลดปริมาณจิบเบอเรลลิน ภายในต้นพืชคือ ให้สารชะลอการเจริญเติบโตบางชนิดกับพืชนั้น เช่น ดามิโนไซด์ กลอมีควอท พาโคลบิวทราโซล ซึ่งสารเหล่านี้มีผลลดการสร้างจิบเบอเรลลินภายในพืช มีการทดลองในต่างประเทศ โดยการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) พ่นไปที่ต้นมะม่วง พบว่า มีผลยับยั้งการออกดอกแต่จะกระตุ้นให้เกิดการเติบโตทางกิ่งใบแทน และถ้าใช้กลอมีควอท หรือดามิโนไซด์ พ่นที่ต้นมะม่วงจะทำให้ดอกออกได้มากขึ้น โดยพบว่าความยาวกิ่งจะลดลงด้วย แสดงว่าสารดังกล่าวลดการเติบโตทางกิ่งใบได้ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินในพืช (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 14) ฮอร์โมนภายในของต้นลำไยเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไย โดยฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกไม่ได้มีเพียงชนิดเดียวแต่เป็นการทำงานร่วมกันของฮอร์โมนหลายชนิดโดยเฉพาะไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน และกรดแอบไซซิก (Abscissic Acid) (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 17) อย่างไรก็ตาม มีผู้ทดลองใช้พาโคลบิวทราโซลซึ่งเป็นตัวยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน แต่ไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ แสดงให้เห็นว่าการลดระดับของจิบเบอเรลลิน เพียงอย่างเดียวไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้เพราะการพัฒนาดอก และผลลำไยถูกควบคุมด้วยสมดุลของฮอร์โมนหลายชนิด (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 19)

ปัจจัยภายนอก

1. แสง

จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ในใบพืช และมีบทบาทสำคัญกับกระบวนการสังเคราะห์แสง ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกลงมากระทบใบทั้งหมด ถ้าคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ใบพืชดูดเอาไว้ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ สะท้อนออกไป และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทะลุลงใต้ใบ ปริมาณแสงที่นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงมีเพียง 0.5 - 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณแสงทั้งหมดที่พืชดูดเอาไว้ได้ แสงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการสร้างอาหารของพืช โดยทั่วไปพืชส่วนใหญ่ต้องการความเข้มของแสงในปริมาณสูงในการออกดอก โดยมีผลต่อการสะสมปริมาณสารอาหารในพืช (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 19) ลำไยต้องการแสงแดดตลอดเวลา ถ้าอยู่ในที่ร่มหรือที่ทึบแสง ลำไยจะแทงช่อดอกน้อย (พัชรา แสนสุข. 2554 : 14) เนื่องจากลำไยออกดอกที่ปลายยอดบริเวณที่ได้รับแสง ส่วนกิ่งที่ไม่ได้รับแสงจะออกดอกน้อย ทั้งนี้

เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงและปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งพืชต้องการใช้ในการออกดอก นอกจากนี้พบว่าลำไยที่มีพุ่มหนาทึบ ออกดอกน้อยกว่าต้นที่มีทรงพุ่มโปร่งและใบได้รับแสงอย่างทั่วถึง (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 14)

2. อุณหภูมิ

ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ลำไยออกดอกได้ คือ ความหนาวเย็นของอากาศ เพราะแม้ต้นลำไยไม่สมบูรณ์หรือปริมาณน้ำฝนมีปานกลางหรือน้อยแต่หากอากาศหนาวเย็นเพียงพอก็ส่งผลให้ลำไยออกดอกได้ (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 16) แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าสภาพอุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูง หรืออุณหภูมิไม่ต่ำพอ ลำไยจะออกดอกน้อยทั้งที่ต้นลำไยมีความสมบูรณ์ (พัชรินทร์ ทองมาก. 2552 : 15)

3. ปริมาณน้ำ

ปริมาณน้ำที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณไอน้ำในอากาศหรือความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำในดินหรือความชื้นในดิน การเปลี่ยนแปลงจากตาใบ (Vegetative Bud) ไปเป็นตาดอก (Flower Bud) ถือเป็นช่วงภาวะวิกฤติของลำไยซึ่งมีระยะเวลาสั้นมาก (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 16) ปริมาณน้ำฝนสำหรับแหล่งปลูกลำไยควรมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,250 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายตัวประมาณ 100 - 150 วันต่อปี ซึ่งลำไยจะออกดอกเมื่ออยู่ในสภาพแล้งหลังจากฤดูฝน และไม่ต้องการน้ำในช่วงระหว่างการชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก ดังนั้นในช่วงก่อนการออกดอกควรงดการให้น้ำเพื่อลดการดูดซึมน้ำในโตรเจน และป้องกันการผลิใบอ่อนหรือดอกแซมใบ (วรารัณ จักรสาร. 2550 : 15) ในช่วงก่อนการออกดอก ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณน้ำฝนและลมในฤดูที่แห้งและเย็น ซึ่งผลกระทบดังกล่าวทำให้ความชื้นในดินลดลงส่งผลถึงปริมาณน้ำที่รากพืชดูดขึ้นไปใช้ รวมถึงเมทาบอลิซึมของการใช้คาร์โบไฮเดรตลดลง การสะสมอาหารที่จะใช้ในการออกดอก ดังนั้นความชื้นในดินต่ำจึงเพิ่มโอกาสในการเกิดดอกมากขึ้น (วิลาสินี วงศ์ใหญ่. 2549 : 16) ปริมาณน้ำในดินมีผลต่อการออกดอกของพืชในสภาพที่พืชขาดน้ำ หรือเกิดความเครียดในพืช จะสามารถชักนำในการสร้างตาดอก เช่น อะโวคาโด มะนาว มะม่วง และลิ้นจี่ ในลิ้นจี่ถ้าความชื้นในดินสูงในช่วงที่มีการสร้างตาดอก จะช่วยส่งเสริมการแตกใบอ่อนและยับยั้งการสร้างตาดอก แต่ในระยะการเจริญของตาดอกถ้าพืชเกิดการขาดน้ำมากเกินไปทำให้ตาดอกไม่สามารถเจริญต่อไปได้ กระบวนการสร้างตาดอกจะหยุดชะงักอยู่จนกว่าจะได้รับน้ำ (พัชรินทร์ ทองมาก. 2552 : 15)

4. ธาตุอาหารในดิน

เป็นปัจจัยในกระบวนการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืช วัฏจักรการดำรงชีพ และกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช เพื่อเป็นองค์ประกอบ เป็นวัตถุดิบ และเป็นสารเร่งในกระบวนการต่าง ๆ

เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสง และการทำงานของเอนไซม์ เป็นต้น ธาตุอาหารต่าง ๆ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชในด้านต่าง ๆ กัน เช่น แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของทั้งโปรตีน ไขมันและโมเลกุลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึม ในทุกกระบวนการของพืช แคลเซียมมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของผนังเซลล์รวมถึงเมแทบอลิซึมต่าง ๆ การที่พืชขาดธาตุอาหารส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ (ธีรวัฒน์ กันยานี. 2557 : 17)

การบังคับการออกดอกของไม้ผลยืนต้น

การออกดอกของพืชเป็นการเปลี่ยนจากสภาพการเจริญทางกิ่งใบมาเป็นการเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ พืชทั่วไปไม่สามารถเจริญได้พร้อมกันทั้ง 2 ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ผลยืนต้นเมื่อมีการเจริญทางกิ่งใบพืชจะไม่ออกดอก และเมื่อพืชมีการออกดอกจะหยุดการเจริญทางกิ่งใบ ดังนั้นการบังคับการออกดอกของไม้ผลหลายชนิดจึงทำได้โดยการลดการเติบโตทางกิ่งใบ เช่น ลดปุ๋ยไนโตรเจน งดการให้น้ำก่อนการออกดอก ซึ่งมีผลให้ต้นมีการเติบโตทางกิ่งใบน้อยลง และออกดอกได้ ส่วนวิธีการอื่น ๆ ที่ใช้บังคับการออกดอก ได้แก่ การควั่นกิ่ง การรัดกิ่ง การตัดราก การตัดแต่งกิ่ง รวมถึงการใช้สารชะลอการเติบโต พาโคลบิวทราโซลมีผลอย่างมากในการลดการสร้างจิบเบอเรลลินในพืช เมื่อทดลองใช้กับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 พบว่า ทำให้ความยาวกิ่งลดลง และกระตุ้นให้เกิดดอกได้มากขึ้นและเร็วขึ้น การออกดอกเป็นกระบวนการเข้าสู่ระยะชราภาพของพืช การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตมีผลลดการสร้างจิบเบอเรลลิน ซึ่งทำให้พืชหยุดการเติบโตทางกิ่งใบ มีผลเร่งให้พืชเข้าสู่ระยะชราภาพ ซึ่งการปฏิบัติดังกล่าวจะช่วยลดการเติบโตทางกิ่งใบ และเพิ่มการสะสมอาหารในกิ่ง ทั้งหมดนี้จะส่งผลให้พืชเกิดการออกดอก (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 15)

ความสำคัญของสารชะลอการเจริญเติบโตต่อพืช

สารชะลอการเจริญเติบโตจัดเป็น (Plant Growth Regulating Chemical : PGRC) ที่พืชไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ สารในกลุ่มนี้ทั้งหมดเป็นสารอินทรีย์ที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเกษตร คุณสมบัติหลักของสารในกลุ่มนี้คือชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ในบริเวณได้ปลายยอดของกิ่งพืช จึงมีผลทำให้ต้นพืชที่ได้รับสารมีความสูงน้อยกว่าปกติ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการควบคุมความสูงของไม้ดอกไม้ประดับให้มีขนาดกะทัดรัดเหมาะแก่การปลูกในกระถาง พืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโตมักมีใบหนาและเขียวเข้มกว่าปกติ (สุริย์ เปลี่ยนเดชา.

2544 : 17) ผลทางอ้อมจากการใช้สารกลุ่มนี้มีประโยชน์อย่างมากทางการเกษตร เช่น เพิ่มผลผลิต ผักหลายชนิด เพิ่มคุณภาพผล ช่วยการติดผล เร่งการออกดอก ปัจจุบันมีสารชะลอการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ผลิตขึ้นมาจำหน่ายในโลก และมีอยู่ 2 ชนิดที่ใช้กันมากที่สุดเมื่อเทียบกับสารชะลอการเจริญเติบโตชนิดอื่น นั่นคือ คลอมีควอท และคามิโนไซด์ ส่วนสารอื่นยังมีการใช้ประโยชน์น้อยกว่าแต่ก็มีความสำคัญเช่นกัน ได้แก่ แอนซิมิดอล, เมพิควอทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซล (พีเรซ ทองอำไพ. 2537 : 16)

กลุ่มของสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช

สุรทิน ใจดี (2553 : 15) ได้กล่าวถึงสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่ยับยั้งการสังเคราะห์ จิบเบอเรลลิน (Gibberellin Biosynthesis Inhibitors) ว่ามี 4 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มโอเนียม (Onium Compounds) สารกลุ่มนี้มีหลาย ชนิด ได้แก่ คลอมีควอท (Chlormequat) เมพิควอทคลอไรด์ (Mepiquat Chloride) เอเอ็มโอ - 1618 (AMO - 1618) ฟอสฟอนดี (Phosphon D) และไพเพอริเดียมโบรไมด์ (Piperidium Bromide) ที่ใช้กันมากคือ คลอมีควอท และ เมพิควอทคลอไรด์ กลไกแรกของการเกิดปฏิกิริยาของสารกลุ่มโอเนียม คือ ยับยั้งการ เกิดโครงสร้างแบบไซคลิก (Cyclization) ของเจอร์รานิลเจอร์รานิลไพโรฟอสเฟต (Geranylgeranyl Pyrophosphate) ไปเป็นโคปาลิลไพโรฟอสเฟต (Copallyl Pyrophosphate) ทำให้เกิดการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน พืชที่ได้รับสารกลุ่มโอเนียมจะมีปล้องสั้นและใบหนาสีเขียวเข้มกว่าปกติ การที่การเจริญเติบโตถูกจำกัดก็อาจทำให้เกิดประโยชน์อย่างอื่น มีรายงานว่าสารกลุ่มโอเนียมทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น เพิ่มการทนแล้ง แต่ก็ยังไม่ชัดเจน การทนแล้งอาจเกิดจากการลดพื้นที่ใบ ซึ่งเป็นผลจากสารโอเนียม ทำให้พื้นที่ผิวของการคายน้ำลดลงส่งผลให้พืชเสียน้ำน้อยลง คลอมีควอทยังสามารถชักนำการปิดปากใบ ซึ่งทำให้ลดการคายน้ำลง นอกจากนั้นสารโอเนียมยังทำให้เกิดการสะสมของสารเช่น กรดอะมิโน น้ำตาล ซึ่งเป็นตัวทำให้พืชรักษาความเต่งไว้ได้ภายใต้สภาพที่ค่าชลศักย์ของใบลดลง พืชที่ได้รับสารโอเนียม ยังทนต่อความเครียดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Stress) ต่าง ๆ เช่น เกลือ อุณหภูมิ และความเครียดจากสิ่งที่มีชีวิต (Biotic Stress) เช่น แมลง โรคพืช และไส้เดือนฝอย เป็นต้น

2. กลุ่มไพริดีน (Pyridines) สารกลุ่มนี้สองชนิดที่ใช้กันมากคือแอนซิมิดอล และฟลูร์พรีมิดอล (Flurprimidol) กลไกการเกิดปฏิกิริยาอันแรกของสารกลุ่มนี้คือ ยับยั้งเอนไซม์ไซโทโครม P - 450 (Cytochrome P - 450) ซึ่งควบคุมการเกิดออกซิเดชันของคอรีนิ (Kaurene) ไปเป็นกรดคอรีโนอิก (Kaurenoic Acid) ในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน นอกจากนั้นยังรบกวนการสังเคราะห์ สเตอรอล

และกรดแอบไซลิกด้วย สารกลุ่มนี้มีผลน้อยมาก หรือไม่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ทำให้การใช้น้ำของพืชลดลง

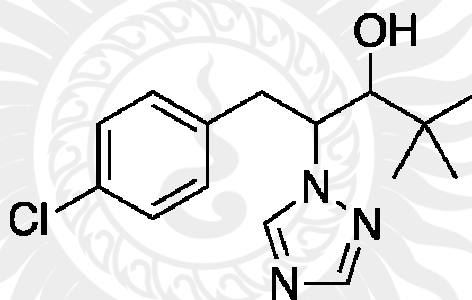
3. กลุ่มไตรอะโซล (Triazoles) สารกลุ่มนี้มีความสามารถในการชะลอการเจริญเติบโตของพืชสูงมาก สารกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดี ได้แก่ พาโคลบิวทราโซล ยูนิโคนาโซล (Uniconazole) ไตรอะเพนทีนอล (Triapenthenol) สารไตรอะโซลลดการเจริญเติบโตของพืชโดยการยับยั้งไมโครโซมอลออกซิเดชัน (Microsomal Oxidation) ของคอรีนี คอรีนอล (Kaurenol) และคอรีแนล (Kaurenal) ซึ่งถูกกระตุ้นโดยคอรีนีออกซิเดส (Kaurene Oxidase) ในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน นอกจากนี้ยังยับยั้งการสังเคราะห์สเตอรอล ลดปริมาณของกรดแอบไซลิก เอทิลีน และกรดอินโดลแอซิดิก (IAA) และเพิ่มปริมาณไซโทไคนิน (บุษยมาศ พุยมูลศรี. 2557 : 19) ถึงแม้จะพบการเพิ่มจำนวนคลอโรพลาสต์ในพืชที่ได้รับสารไตรอะโซล แต่ก็มีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงเล็กน้อย พบว่า มีผลทางอ้อมต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชที่ได้รับสารไตรอะโซลจะทนทานต่อความเครียดจากน้ำและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งการชักนำความทนทานต่อความเครียดของสารกลุ่มไตรอะโซลนั้นเกิดจากการเพิ่มปริมาณ หรือเพิ่มกิจกรรมของสารแอนติออกซิเด้นท์ (Antioxidant) ในต้นพืช

4. สารกลุ่มอื่น ๆ เช่น เตตราไซลาซิส (Tetcyclacis) สารนี้จะไปลดการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน โดยไปขัดขวางไมโครโซมอลออกซิเดชันของคอรีนีไปเป็นกรดคอรีโนอิก สารเตตราไซลาซิส ยังยับยั้งการสังเคราะห์สเตอรอล และโดยทั่วไปจะมีผลเหมือนกับสารกลุ่มไตรอะโซล โพรเฮกซาไดโอนีแคลเซียม (Prohexadione Calcium) มีผลชะลอการเจริญเติบโตของพืชโดยไปยับยั้ง 3b - hydroxylation ของ GA_{20} ไปเป็น GA_1 และยับยั้ง 2b - hydroxylation ของ GA_1 ไปเป็น GA_4 Inabenfide เป็นสารอนุพันธ์ของแอนิลิด (Anilide Derivative) ของ กรดไอโซนิกอติค (Isonicotinic Acid) ยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินโดยไปขัดขวางออกซิเดทีฟคอนเวอร์ชัน (Oxidative Conversion) ของคอรีนีไปเป็นกรดคอรีโนอิก

คุณสมบัติและการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตบางชนิด

1. Paclobutrazol (PBZ) เป็นสารสังเคราะห์ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบไตรอะโซล ชื่อทางเคมีคือ (2RS, 3RS) - 1 - (4 - Chlorophenyl) - 4, 4 - dimethyl - 2 - (1H-1, 2, 4 - triazol - 1 - yl) Pentan - 3 - ol หรือ $C_{15}H_{20}ClN_3O$ มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 293.8 กรัมต่อโมล (ภาพประกอบ 7) (นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. 2557 : 17) ; (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 20) จุดหลอมเหลวละลายประมาณ 164 - 168 องศาเซลเซียส ละลายได้ดีในเมทานอลไดคลอไรด์ (Methanol Dichloride) อะซิโตน (Acetone) ไซโคลเฮกซานอน (Cyclohexanone) และเมทิลีน (Methylene) พาโคลบิวทราโซลคงสภาพ

ได้ทุกอุณหภูมิจนถึง 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน ไม่มีพืชต่อพืช พาโคลบิวทราโซล ประกอบด้วย สาร 4 ชนิด คือ (+) - (2R, 3R) และ (-) - (3RS, 2S) มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเชื้อราและชะลอการเจริญเติบโตของพืช การพ่นพาโคลบิวทราโซลทางใบสามารถป้องกันกำจัดโรคราแป้ง และโรคสแคปในแอปเปิ้ลได้ มีพืชต่อนก ผี และจุลินทรีย์ในดินน้อย มีผลตกค้างในผลไม้ต่ำ สามารถใช้ได้ดีกับพืชหลายชนิด (นพดล ศรีเหรา. 2557 : 21) พาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมใช้กับมะม่วงและพืชไร่ และเป็นสารกำจัดเชื้อรากลุ่มไตรอะโซล ออกฤทธิ์ในทางตรงข้ามกับจิบเบอเรลลิน โดยยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินลดการยืดตัวของปล้อง เพิ่มการเจริญเติบโต ของราก เร่งให้เกิดดอก ทำให้ออกลูกเร็วและเพิ่มการผลิตเมล็ดในพืช (Berova and Zlatev. 2000 : 119) พาโคลบิวทราโซลมีประสิทธิภาพสูงมาก และมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต เริ่มออกจำหน่ายในต่างประเทศโดยมีชื่อการค้าคือ Cultar® (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 17)



ภาพประกอบ 7 โครงสร้างของพาโคลบิวทราโซล

ที่มา : นิรนาม. ออนไลน์. 2563

พาโคลบิวทราโซลส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง ปริมาณไนโตรเจน และอัตราส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างต่อปริมาณไนโตรเจน โดยการราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล อัตรา 2.4 และ 8 กรัมต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม ในมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย มีผลทำให้ความยาวของยอด พื้นที่ผิวใบลดลง แต่ช่วยเพิ่มการออกดอก เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง ปริมาณไนโตรเจนที่ปลายยอด พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในยอด และปริมาณไนโตรเจนในใบมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในใบเพิ่มสูงสุดเมื่อทดลองได้ 62.76 และ 96 วัน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar : RS) ในยอดและในใบเพิ่มมากขึ้น หลังจากราดสารจนกระทั่งถึงช่วงก่อนการออกดอก แต่เมื่อถึง

ช่วงเวลาออกดอกพบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง และปริมาณไนโตรเจน มีค่าลดลง (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 21)

พาโคลบิวทราโซลเคลื่อนย้ายได้ดีในท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) และถูกดูดซึมจากราก เพื่อเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของตาและใบ ชัยยังการสร้างจิบเบอเรลลินบริเวณยอด สำหรับการให้ พาโคลบิวทราโซลแก่พืชนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การฉีดพ่นทางใบ (Foliar Spray) การราดสาร ลงดิน (Soil Drench) ฉีดเข้าลำต้น (Trunk Injection) และการทาสารที่ลำต้น (Stem Paint Application) ซึ่งในการเลือกวิธีให้สารแก่พืชนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และการตอบสนองของพืช (การิตา จงเจือกกลาง. 2552 : 19) วิธีการให้สารแก่พืชที่เหมาะสมคือการราดลงดิน เนื่องจากรากพืช สามารถดูดซึมสารนี้ได้ดี (นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. 2557 : 21) และส่งผ่านทางท่อน้ำขึ้นไปยัง ส่วนอื่น ๆ ของต้น หรืออาจให้สารโดยการฉีดที่ลำต้นโดยตรง (Stem Injection) แต่วิธีการยุ่งยาก กว่า การราดลงดิน กรณีการพ่นสารทางใบสารจะไม่ค่อยเคลื่อนจากใบแก่ไปยังยอดอ่อน (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 18) ทำให้ประสิทธิภาพของการราดสารทางดินสูงกว่าการพ่นทางใบ ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พาโคลบิวทราโซล คือ ความแห้งแล้ง และอุณหภูมิต่ำ ผลรวมของสภาพแวดล้อม ที่เหมาะสมสำหรับสร้างตาออก (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 22) พืชหลายชนิดมีความเหมาะสมที่จะให้ พาโคลบิวทราโซลโดยวิธีการราดลงดิน การให้สารด้วยวิธีนี้จะต้องให้สารบริเวณรอบโคนต้น หรือบริเวณเขตแนวรากพืช โดยพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่ละลายน้ำได้น้อยมาก ซึ่งละลายได้ ประมาณ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร อีกทั้งสารบางส่วนที่ไม่ละลายน้ำจะถูกยึดเกาะไว้ด้วยอนุภาคของดิน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในดิน ในการเคลื่อนย้ายของสารขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น การให้น้ำ แก่พืช ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน ความสามารถในการดูดซับสารของราก ซึ่งรากพืชจะดูดเฉพาะ สารที่อยู่ใกล้กับรากพืชเท่านั้น และขึ้นอยู่กับการดูดซับสารของดินชนิดต่าง ๆ ในบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำในดินในบริเวณที่ให้สาร (การิตา จงเจือกกลาง. 2552 : 20)

จากการศึกษาของนพดล ศรีเหรา (2557 : 22) พบว่า ต้นลำไยที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล ด้วยวิธีการราดทางดินอัตรา 1.0 และ 2.0 กรัมต่อตารางเมตรพื้นที่ได้ทรงพุ่ม มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก มากกว่าต้นลำไยที่ได้รับสารทางดินอัตรา 0.5 กรัมต่อตารางเมตรพื้นที่ได้ทรงพุ่ม ต้นลำไยที่ฉีดพ่น สารทางใบความเข้มข้น 500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และชุดควบคุม เพราะการให้พาโคลบิวทราโซล ทางดินทำให้ต้นลำไยมีการตอบสนองที่ดีกว่า ทำให้ระดับฮอร์โมนภายในต้นลำไยมีการเปลี่ยนแปลง การสะสมอาหารที่ยอดเพิ่มขึ้น การใช้พาโคลบิวทราโซลร่วมกับการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ ส่งเสริมการออกดอกของลำไยเพิ่มขึ้น

พิจิตร ศรีปิ่นตา และคณะ (2552 : 22) ได้ศึกษาการชักนำให้ต้นลำไยออกดอกและ ติดผลในฤดูร้อน พบว่า การราดโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 50 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม

1 เมตร ร่วมกับการพ่นสารเคมีเพื่อเพิ่มการติดผลทุกชนิด ได้แก่ แคลเซียมโบรอน พาโคลบิวทราโซล สารสกัดจากสาหร่ายทะเล และกรดจิบเบอเรลลิก สามารถเพิ่มขนาดของผลลำไยให้มีขนาดใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับ การราดโพแทสเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว

สุรทิน ใจดี (2553 : 23) รายงานว่า การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตในเขตร้อนชื้นจะต้องมีการฉีดพ่นหลายครั้ง แต่ครั้งจะห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์ เนื่องจากสภาพอากาศในเขตร้อนชื้นมีปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่สูง ทำให้การสังเคราะห์จิบเบอเรลลินเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วแม้ว่าจะมีการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต ซึ่งโดยปกติสารเหล่านี้จะมีฤทธิ์ควบคุมการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินได้ประมาณ 15 วัน

2. Mepiquat Chloride (1,1 - dimethyl - piperidinium Chloride) เป็นสารที่ใช้ลดความสูงของต้นและเพิ่มผลผลิตพืชไร่บางชนิด ใช้ได้ผลดีกับฝ้ายและถั่วต่าง ๆ และยังใช้ลดความสูงของต้นธัญพืชเพื่อป้องกันการหักล้ม สารนี้มีจำหน่ายในประเทศไทยโดยมีชื่อการค้าว่า พิกซ์ (Pix) ซึ่งผลิตอยู่ในรูปของสารละลาย เป็นสารที่มีพิษสูงปานกลางต่อคนและสัตว์ สารนี้ดูดซึมเข้าทางใบได้ดี จึงเหมาะที่จะใช้โดยการพ่นทางใบ (พีรเดช ทองอำไพ. 2537 : 19) เมพิควอทคลอไรด์ (MC) มีชื่อทางเคมีว่า 1, 1 - dimethyl - piperidinium Chloride อยู่ในรูปของสารละลาย (ภาพประกอบ 8) (อิทธิฤทธิ์ อึ้งวิเชียร. 2535 : 21) ได้จดทะเบียนครั้งแรกที่สหรัฐอเมริกา ในปี 1980 นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เมพิควอทคลอไรด์สามารถเพิ่มผลผลิตของ แอปเปิล องุ่น และส้ม เป็นต้น เมพิควอทคลอไรด์เมื่อพ่นสารทางใบจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการราดสารทางดิน



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างของเมพิควอทคลอไรด์

ที่มา : มะลิวรรณ นาดี. 2557 : 16)

การพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 700 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้เร็วกว่า พาโคลบิวทราโซลและชุดควบคุม ยังมีแนวโน้มให้เพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอก และคุณภาพของ

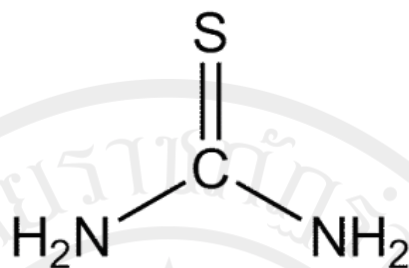
ช่อดอก ส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างในใบมะม่วงมากที่สุด สำหรับการศึกษาในทุเรียน พบว่า เมื่อให้เมพิควอทคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 2,500 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชะลอการแตกใบอ่อนได้ การใช้เมพิควอทคลอไรด์ มีผลในการชักนำให้ต้นมะนาวพันธุ์แป้นออกดอกได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 17)

ในการผลิตทุเรียนพบว่า การใช้เมพิควอทคลอไรด์ ในช่วงระหว่างการพัฒนาของผล (หลังติดผล 1 - 10 สัปดาห์) สามารถแก้ปัญหาการแตกใบอ่อนในช่วงที่ทุเรียนติดผล และป้องกันผลอ่อนหลุดร่วงได้ (ปราโมช ร่วมสุข และคณะ. 2561 : 21)

กรรชิต พุทธโกษาและกัญญารัตน์ อาจิวชัย (2533 : 34) รายงานว่า ผลของเมพิควอทคลอไรด์ จะคงอยู่ในต้นพืชที่ได้รับสารประมาณ 20 วัน หลังจากนั้นจะกลับเป็นปกติ

3. ไทโอยูเรีย เป็นผลึกแข็งสีขาว ละลายน้ำและแอลกอฮอล์ได้ดี และละลายได้ในสารละลายอื่น ๆ เล็กน้อย (สิทธา จิตอารีรัตน์. 2545 : 19) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าไทโอคาร์บามेट เป็นสารอินทรีย์ที่มีกำมะถันหรือออร์กาโนซัลเฟอร์ชนิดหนึ่ง มีสูตร โครงสร้างคล้ายกับยูเรีย สูตรโมเลกุลคือ $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ (ภาพประกอบ 9) มีกำมะถัน (S) เข้าไปแทนที่อนุภาคของออกซิเจนในโมเลกุลของยูเรีย ซึ่งอนุภาคกำมะถันเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนซิสเทอีนและเมไทโอนีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีน กรดอะมิโนทั้งสองชนิดเป็นสารในการสังเคราะห์อินทรีย์สารหลายชนิด โดยกำมะถันจะเปลี่ยนรูปเป็นซัลเฟต การรีดิวซ์ซัลเฟตในใบนำไปสู่การสังเคราะห์กลูตาไทโอน ซึ่งละลายน้ำง่ายและเคลื่อนย้ายสารนี้ทางท่ออาหารเพื่อใช้สังเคราะห์โปรตีนที่ย่อยอ่อนผลหรือปลายราก การดึงดูดซัลเฟตของรากทำให้พืชมีอาหารสะสมมากขึ้น ดังนั้นไทโอยูเรียจึงมีคุณสมบัติทำลายการพักตัวของพืชโดยมีผลลดปริมาณสารยับยั้งการเจริญเติบโตภายในพืช (เสาวคนธ์ ทิมทอง. 2550 : 23) การสังเคราะห์ไทโอยูเรียทำได้สองวิธี คือ จากปฏิกิริยาเคมีของสารไซยานาไมด์กับไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรืออีกวิธีหนึ่งโดยการเผาแอมโมเนียมไทโอไซยานาต (รุ่งนภา ทวนทอง. 2554 : 20) ประเทศไทยเริ่มนำเข้าไทโอยูเรียมาทดลองเมื่อปี 2529 โดยทดลองใช้กระตุ้นการงอกของหัวมันฝรั่ง และกระตุ้นการแตกใบอ่อนของมะม่วง ซึ่งพบว่าใช้ได้ผลดี (ธีรพงศ์ ชมใจ. 2544 : 19)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 9 โครงสร้างของไทโอยูเรีย

ที่มา : นิรนาม. ออนไลน์. 2562

ในการผลิตมะนาวฤดูแล้ง พบว่า ไทโอยูเรียมีคุณสมบัติเร่งการแตกตา หรือทำลาย การพักตัวของตา สามารถกระตุ้นให้มะนาวออกดอกได้ ด้วยการพ่นไทโอยูเรีย อัตรา 0.25 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ ทำให้เกิดการแตกตาดอกของมะนาวได้ภายในระยะ 2 สัปดาห์ (สำนักงานเกษตรและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาดิน. 2550 : 4)

สิทธิจิตอริย์รัตน์ (2545 : 66) ได้ศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โพแทสเซียมไนเตรต และไทโอยูเรียต่อการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ โดยทำการพ่นไทโอยูเรียทางใบหลังจากต้นลำไยมีการแตกใบอ่อน 3 ชุด และใบในชุดที่ 3 แก่เต็มที่ ซึ่งเป็นช่วงที่ลำไยมีการพักตัว ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้นลำไยที่พ่นไทโอยูเรีย ทำให้ดอที่แตกออกมาเป็นตาใบทั้งหมด โดยมีเปอร์เซ็นต์การผลิใบ 92 เปอร์เซ็นต์

ชัยวัฒน์ มกรเพช และคณะ (2537 : 533) ศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซล โมโน - โพแทสเซียมฟอสเฟต และไทโอยูเรียต่อการออกดอกและติดผลของเงาะพันธุ์โรงเรียน ซึ่งในทรีตเมนต์ ที่ฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลร่วมกับโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตและไทโอยูเรีย สามารถออกดอก ได้เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารถึง 21 วัน

สุรพล จูธิรนากุล และสุชาติ เชิงทอง (2557 : 25) ศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) และไทโอยูเรีย (Thiourea) ต่อการแตกตาในเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) พันธุ์โรงเรียน พบว่า โพแทสเซียมไนเตรต 3.0 เปอร์เซ็นต์ ไทโอยูเรีย 0.5 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมไนเตรต 2.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำลายการพักตัวกระตุ้นให้ เงาะเริ่มแตกตาใบ หลังจากได้รับสาร 7 วัน โดยมีการแตกตาใบ 32.5, 30.0 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหลังจาก ให้สารเพียง 14 วัน สารทั้งสามชนิดทำให้มีการแตกตาใบเพิ่มขึ้นเป็น 87.5, 72.5 และ 71.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

รุ่งนภา ทวนทอง (2554 : 68) ศึกษาผลของไทโอยูเรียต่อการออกดอกของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ โดยศึกษาผลของไทโอยูเรียที่ความเข้มข้น 750, 1000 และ 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า การให้ไทโอยูเรียสามารถกระตุ้นการออกดอกของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ ซึ่งการให้ไทโอยูเรียที่ความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่ออกดอกมากที่สุด

บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันไป เมื่อขาดธาตุอาหารที่จำเป็นพืชจะแสดงอาการขาดธาตุอาหาร ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น การสร้างดอก ผล และเมล็ด ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 2)

ไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีบทบาทควบคุมการพัฒนาในแต่ละช่วงชีวิตของพืช ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช ส่วนรูปของไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเจริญพันธุ์ เป็นระยะที่พืชตอบสนองต่อสัญญาณภายใน (Endogenous Signal) และสัญญาณภายนอก (Exogenous Signal) ซึ่งนำไปสู่การออกดอก อย่างไรก็ดีตามวิถี (Pathway) ของการออกดอก 5 แบบ คือ วิถีการใช้ความเย็นกระตุ้นให้ดอกออก (Vernalization Pathway) วิถีกระตุ้นการออกดอกด้วยช่วงแสง (Photoperiod Pathway) วิถีกระตุ้นด้วยจิบเบอเรลลิน (Gibberellin Pathway) วิถีกระตุ้นอัตโนมัติ (Autonomous Pathway) และวิถีกระตุ้นจากภายใน (Endogenous Pathway) (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 121) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์และการแยกสลายของสารชีวภาพ การออกดอกติดผลในพืช มีฮอร์โมนพืชเป็นตัวควบคุมอยู่ ถ้าในต้นพืชมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น จะช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์ฮอร์โมนดังกล่าว นั่นก็หมายความว่านอกจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของอินทรีย์สารแล้วยังมีอิทธิพลต่อสมดุลของฮอร์โมนในต้นพืช ช่วยควบคุมเมแทบอลิซึมพลังงาน และกลไกการสร้าง ตลอดจนระยะเวลาการใช้และสลายตัวของสารในพืช ซึ่งเรียกสิ่งนี้ว่าการกระทำทางอ้อมของไนโตรเจน แนวทางความคิดนี้เป็นประโยชน์ในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากธาตุอาหารตัวนี้ได้อย่างกระจ่างขึ้น เช่น ไนโตรเจนส่งเสริมการสังเคราะห์ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน สารเหล่านี้จะไปควบคุมกระบวนการสังเคราะห์ ชะลอการเกิดสีเหลืองในส่วนของพืชที่มีสีเขียวยับยั้งกระบวนการชราภาพ ยืดการเข้าเมล็ด (Filling Period) ในธัญพืช สภาพการขาดไนโตรเจนจะทำให้การสังเคราะห์ไซโตไคนินในรากช้าลง จึงไปส่งเสริมการสังเคราะห์กรดแอบไซสิก

ซึ่งกลับทำให้ระยะเข้าเมล็ดสั้นลง (เมล็ดลึบถึรากได้รับไนโตรเจนน้อยเกินไป สภาพแห้งแล้งมีผลเช่นเดียวกันเพราะสภาพเครียดน้ำจะไปเพิ่มปริมาณเอ็บไซลิกในพืชได้เช่นกัน) หรือนำไปสู่ชราภาพเร็วขึ้น (อรทัย ธัญชัย, 2555 : 25)

ฟอสฟอรัส

ในด้านธาตุอาหารพืช แมฟอสฟอรัสเป็นธาตุหลัก ซึ่งความเข้มข้นในพืชต่ำกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม แต่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของเซลล์อย่างกว้างขวาง เพราะหน้าที่หนึ่งของฟอสฟอรัส คือ เป็นองค์ประกอบของสารที่แจกจ่ายพลังงานแก่กระบวนการทางชีวเคมีของเซลล์ (ขงยุทธ โอสดสภา, 2558 : 170) และเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อพืชมากมาย เช่น นิวคลีโอไทด์ ฟอสโฟลิปิด กรดในตริก กรดนิวคลีอิก และโคเอนไซม์บางชนิด เป็นองค์ประกอบของเมมเบรนในเซลล์และมีบทบาทอย่างมากในกระบวนการเมตาบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะเป็นองค์ประกอบของการสังเคราะห์พันธะเคมีในรูป เอทีพี (ATP) เอดีพี (ADP) และ เอ็นเอดีพี (NADP) เป็นต้น ฟอสฟอรัสเป็นธาตุหนึ่งที่ส่งเสริมการออกดอกของลำไย การขาดธาตุอาหารในระหว่างการออกดอกทำให้พัฒนาการของดอกไม่สมบูรณ์ จำนวนดอกมีน้อย ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในหน้าดินส่วนมากอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยเพียง 0.6 เปอร์เซ็นต์ (วิชชุดา ทองอ่อน, 2555 : 27)

โพแทสเซียม

โพแทสเซียมมีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างน้อย 3 ขั้นตอน คือ ควบคุมให้ปากใบเปิดเมื่อมีแสง จึงช่วยให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบได้สะดวก ส่งเสริมการสังเคราะห์อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต ในกระบวนการโฟโตฟอสฟอรีเลชัน (Photophos Phorylation) และมีบทบาทในการคงสภาพโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ และ โพรพลาสต์ (Proplastids) ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ โพแทสเซียมมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลไปยังดอก กำลังพัฒนาและช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแป้ง หากขาดโพแทสเซียมจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีมาก เช่น เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ลดปริมาณแป้ง และเพิ่มการสะสมสารประกอบไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ ส่งผลให้การออกดอกของพืชลดลง (ขงยุทธ โอสดสภา, 2558 : 198) หากพืชขาดโพแทสเซียมในระยะแรกการสังเคราะห์แสงจะลดลง ส่วนการหายใจจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบต่อการควบคุมการปิดเปิดของปากใบ การแพร่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบ และการสะสมน้ำตาลในใบ เพราะการเคลื่อนย้ายน้ำตาลหยุดชะงัก ใบใบแก่จะมีโพแทสเซียมอย่างอุดมสมบูรณ์ เมื่อได้รับโพแทสเซียมอย่างเพียงพอเท่านั้น เช่น เมื่อมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณมาก การดูใช้โพแทสเซียมจึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้น

ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตจนถึงระยะออกดอก ถ้าพืชสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้มากผลผลิตจะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น (วิชชุดา ทองอ่อน. 2555 : 28)

แคลเซียม

แคลเซียมจัดเป็นธาตุอาหารรองในกลุ่มเดียวกับแมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน ที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อยในการเจริญเติบโต และไม่มีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วไปเหมือนธาตุอาหารหลักซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อย่างไรก็ตาม แคลเซียมเป็นธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักช่วยในการแบ่งเซลล์และใช้กระบวนการภายในเซลล์ในระหว่างการเจริญเติบโต อาการขาดธาตุแคลเซียมในพืชบางอย่างอาจคล้ายอาการของพืชเป็นโรค ดังนั้นการวินิจฉัยอาการผิดปกติของพืชจึงควรพิจารณาอย่างระมัดระวัง พืชที่ขาดแคลเซียมมักจะแสดงอาการที่ยอดและผล คือ ตายอดไม่เจริญ ยอดอ่อนตาย ใบอ่อนบิดเบี้ยว ขอบใบม้วนลงไม่เรียบ และแห้ง ใบมีจุดประขาวอยู่บนใบส่วนยอด คล้ายอาการยอดค่าง ส่วนผลแสดงอาการขั้วผลไม่แข็งแรง หลุดร่วงง่ายและมีจุดดำที่ก้นของผล เช่น โรคก้นเน่าของมะเขือเทศ เกิดจากการขาดแคลเซียม หรือความไม่สมดุลของธาตุแคลเซียมในดิน พืชที่ขาดแคลเซียมนานและรุนแรงมีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย การเจริญเติบโตชะงักงัน แคลเซียมเป็นองค์ประกอบหนึ่งของผนังเซลล์พืช การที่พืชอ่อนนุ่มลงในระหว่างการสุกเกิดจากการสูญเสียแคลเซียมออกจากส่วนนี้ ดังนั้นการให้แคลเซียมเพิ่มจากภายนอกจะช่วยทำให้ผนังเซลล์ของพืชยังคงความแข็งแรงและเพิ่มความแข็งแรงของแรงดึงระหว่างเซลล์พืช (เฉลิมชัย วงษ์อารี. 2560 : 27)

แมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 265) หากพืชที่ได้รับแมกนีเซียมไม่เพียงพอจะแสดงอาการใบเหลืองระหว่างเส้นใบในขณะที่เส้นใบยังคงเขียวอยู่ (ธนพันธ์ พงษ์ไทย และคณะ. 2560 : 26) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่มากเกินไป อาจมีผลให้เกิดอันตรกิริยาระหว่างธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม ซึ่งจะมีผลซึ่งกันและกันต่อการดูดและการเคลื่อนย้ายภายในพืช (ขงยุทธ โอสดสภา. 2558 : 272)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

พืชทดลอง

ลำไยพันธุ์อีดอ (*Dimocarpus longan* cv. E - Daw) อายุ 7 ปี ของแปลงเกษตรกร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี โดยต้นลำไยที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้รับการตัดแต่งกิ่งและดูแลรักษาต้นเป็นอย่างดี

อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในแปลงทดลอง

1. ชุดเครื่องพ่นยา HONDA รุ่น GX200
2. สายพ่นยา ความยาว 100 เมตร
3. ถังน้ำ ความจุ 200 ลิตร
4. ถ้วยตวง 200 มิลลิลิตร
5. ตราชั่ง 60 กิโล
6. ถูห่อผลไม้ ขนาด 40 x 38 เซนติเมตร

สารเคมีที่ใช้ในแปลงทดลอง

1. โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (Monopotassium phosphate) 1 เปอร์เซ็นต์ (ชาลีเฟรช®)
2. เมพิควอทคลอไรด์ (Mepiquat chloride) 25 เปอร์เซ็นต์ (เม็พ®)
3. พาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol) 10 เปอร์เซ็นต์ (พาโคลบิวทราซอล®)
4. ไทโอยูเรีย (Thiourea) 99 เปอร์เซ็นต์ (ตรางู่น®)
5. โพแทสเซียมคลอเรต (Potassium chlorate) 99.9 เปอร์เซ็นต์ (The sun®)

อุปกรณ์ต่างๆ

1. ไม้บรรทัด
2. เชือกฟาง
3. ฟิวเจอร์บอร์ด
4. กรรไกร
5. ปากกาเมจิก
6. สายวัด
7. เวอร์เนียดิจิตอล (Vernier Digital) ขนาด 0 - 150 มิลลิเมตร 6 นิ้ว
8. เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Meter) รุ่น SPAD 502
9. เครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ (Fruit Tester) Italy Model FT - 327

10. เครื่องวัดความหวานของผลไม้ (Brix refractometer) ช่วง 0 - 32 บริกซ์ รุ่น RHBN - 32ATC
11. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งและ 3 ตำแหน่ง
12. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
13. ชองกระดวย
14. ตารางบันทึกผลการทดลอง

วิธีการทดลอง

คัดเลือกต้นลำไยพันธุ์อีดอ อายุ 7 ปี ณ แปลงเกษตรกร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี จำนวน 16 ต้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 5 - 6 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี มี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น รวมทั้งหมด 16 ต้น ดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน อัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร (พาวัน มะโนชัย และคณะ. 2547 : 19)

กรรมวิธีที่ 2 ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน อัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (นภดล ศรีเหรา. 2557 : 66)

กรรมวิธีที่ 3 ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน อัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ ความเข้มข้น 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (มะลิวรรณ นาสี. 2557 : 56)

กรรมวิธีที่ 4 ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน อัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (สิทธา จิตอารีรัตน์. 2545 : 24)

เมื่อใบลำไยชุดที่ 3 อยู่ในระยะใบเพสลาด พ่นปุ๋ยทางใบสูตร 0 - 52 - 34 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ต้นลำไยมีการสะสมอาหารก่อนการออกดอก หลังจากนั้น 7 วัน ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 99.9 เปอร์เซ็นต์ ทางดินในอัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร เมื่อราดสารทางดินครบ 15 วัน พ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ตามกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยพ่นสารแต่ละชนิดปริมาณ 10 ลิตรต่อต้น ภายหลังการพ่นสาร 1 สัปดาห์ สุ่มเลือกยอดลำไยรอบทรงพุ่ม จำนวน 40 ยอด และบันทึกข้อมูลความกว้างและความยาวของช่อดอกทุกสัปดาห์จนครบ 4 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การออกดอก เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน เปอร์เซ็นต์ช่อดอกล้วน เปอร์เซ็นต์ช่อดอกปนใบ ขนาดช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอก และอัตราส่วนเพศดอก หลังต้นลำไยได้รับสาร 4 สัปดาห์ เมื่อผลลำไยมีขนาดเท่าเหรียญบาท (ประมาณ 20 มิลลิเมตร) เก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การติดผลและจำนวนผลต่อช่อ

เก็บข้อมูลคุณภาพของผล โดยสุ่มเลือกผลลำไยที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยว (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 มิลลิเมตร) จำนวน 30 ผลต่อต้น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวรอบผล ความสูงของผล ความหนาเปลือกผล ความหนาเนื้อผล ความแน่นเนื้อของผลลำไย ความหวาน น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย

การบันทึกผลการทดลอง

การศึกษาข้อมูลทางกายภาพ

1. เปอร์เซ็นต์การออกดอก และเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน

เมื่อลำไยเริ่มแทงช่อดอกหรือใบอ่อน ทำการเก็บข้อมูลโดยสุ่มเลือกช่อดอกลำไยจำนวน 40 ช่อรอบทรงพุ่ม จากนั้นหาเปอร์เซ็นต์การออกดอกและเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การออกดอก} = \frac{\text{จำนวนช่อสุ่มที่ออกดอก} \times 100}{\text{จำนวนช่อสุ่มทั้งหมด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน} = \frac{\text{จำนวนช่อสุ่มที่แตกใบอ่อน} \times 100}{\text{จำนวนช่อสุ่มทั้งหมด}}$$

2. เปอร์เซ็นต์ช่อดอกล้วนและเปอร์เซ็นต์ช่อดอกปนใบ จากนั้นแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ช่อดอกล้วน} = \frac{\text{จำนวนช่อสุ่มดอกล้วน} \times 100}{\text{จำนวนช่อสุ่มทั้งหมด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ช่อดอกปนใบ} = \frac{\text{จำนวนช่อสุ่มดอกปนใบ} \times 100}{\text{จำนวนช่อสุ่มทั้งหมด}}$$

3. ขนาดช่อดอก วัดขนาดของช่อดอกทั้งด้านกว้างและด้านยาว หน่วยเป็นเซนติเมตร โดยใช้ช่อดอกที่สุ่มไว้ในแต่ละกรรมวิธี (ภาพประกอบ 10 และ 11)



ภาพประกอบ 10 การวัดความกว้างของช่อดอกลำไย



ภาพประกอบ 11 การวัดความยาวของช่อดอกลำไย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. จำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอกต่อช่อ และอัตราส่วนเพศดอก โดยสุ่มช่อดอก จำนวน 4 ช่อ ใช้ถุงรีเมย์สีขาวห่อช่อดอกไว้ตั้งแต่ระยะก่อนดอกบาน เมื่อดอกบานและร่วง นำดอก ที่ร่วงอยู่ภายในถุงมานับจำนวนหลังจากติดผลแล้ว 2 สัปดาห์ (ภาพประกอบ 12)



ภาพประกอบ 12 การห่อช่อดอกใส่ถุงเพื่อนำมานับจำนวนดอกต่อช่อ

5. เปอร์เซ็นต์การติดผล และจำนวนผลต่อช่อ เมื่อใส่ถุงติดผล ทำการเก็บข้อมูลโดยสุ่ม เลือกช่อดอกใส่ จำนวน 40 ช่อรอบทรงพุ่ม นับจำนวนผลต่อช่อจากนั้นแสดงเป็นสมการดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การติดผล} = \frac{\text{จำนวนผลต่อช่อ} \times 100}{\text{จำนวนดอกสมบูรณ์เพศ}}$$

6. คุณภาพผลผลิต เก็บข้อมูลโดยสุ่มเลือกผลใส่จำนวน 30 ผลต่อต้น ในวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561 (หลังพ่นสาร ประมาณ 6 เดือน) นำมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวรอบผล ความสูงของผล จากนั้นแยกส่วนออกเป็น เปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดใส่ ทำการวัดความหนาเปลือกผล ความหนาเนื้อผล ความแน่นเนื้อของผลใส่ (โดยใช้เครื่อง Penetrometer) วัดความหวาน (โดยใช้เครื่อง Refractometer) ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดใส่ (ภาพประกอบ 13)



ภาพประกอบ 13 ขนาดผลลำไยที่นำไปวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 มิลลิเมตร

ปริมาณคลอโรฟิลล์

สุ่มช่อใบในระยะต้นลำไยออกดอกถึงติดผล จำนวน 25 ช่อ รอบทรงพุ่ม จากใบประกอบที่ 2 จากปลายยอด ใช้ใบคู่ที่ 2 จากโคนก้านใบประกอบ เพื่อวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทุก 7 วัน โดยใช้เครื่อง Chlorophyll Meter (ภาพประกอบ 14)



ภาพประกอบ 14 การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของลำไย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในต้นพืช

ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารพืช (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม) โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้ สุ่มเก็บตัวอย่างยอดลำใยของทุกกรรมวิธี ในสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 สัปดาห์หลังพ่นสาร จากนั้นนำตัวอย่างพืชมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

สถานที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

แปลงทดลอง

สวนผลไม้คุณสง่า คุณทองเปลว สมบูรณ์ชัย เลขที่ 352 หมู่ 3 ตำบลทับไทร อำเภอน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

วันที่ 27 กรกฎาคม 2560 ถึง วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2561

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) ของข้อมูลในแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) เพื่อศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ต่อการออกดอกและติดผลของลำใยพันธุ์อีดอในฤดูฝน โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของการทดลอง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลและการวิจารณ์

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การออกดอก และเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน

การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาสปาลิมโฟสเฟต เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย พบว่า กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ทำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์ออกดอกมากที่สุดเท่ากับ 95.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาสปาลิมโฟสเฟต ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การออกดอกของต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ

ส่วนเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน พบว่า กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ทำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 4.17 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาสปาลิมโฟสเฟต ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนของต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 1)

ลักษณะช่อดอกลำไย

จากการทดลอง พบว่า ลำไยมีช่อดอก 2 ชนิด คือ ช่อดอกสั้นและช่อดอกปนใบ โดยต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์และไทโอยูเรีย มีเปอร์เซ็นต์ช่อดอกสั้นมากที่สุดคือ 80.83 เปอร์เซ็นต์ และ 85.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว (69.17 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ช่อดอกสั้นของต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาสปาลิมโฟสเฟต ไม่แตกต่างกับต้นลำไยในกรรมวิธีอื่น ๆ ในกรณีช่อดอกปนใบ พบว่า เปอร์เซ็นต์ช่อดอกปนใบของต้นลำไยในทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาสปาลิมโฟสเฟต เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย มีเปอร์เซ็นต์ช่อดอกปนใบเท่ากับ 14.17, 9.17, 9.17 และ 10.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 1)

ตาราง 1 เปอร์เซ็นต์การออกดอก เปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน เปอร์เซ็นต์ช่อดอกล้วน และ เปอร์เซ็นต์ช่อดอกปนใบ ของต้นลำไยหลังได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาลิโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 4 สัปดาห์ในฤดูฝน

กรรมวิธี	การออกดอก (เปอร์เซ็นต์)		ลักษณะช่อดอก (เปอร์เซ็นต์)	
	การออกดอก	การแตกใบอ่อน	ช่อดอกล้วน	ช่อดอกปนใบ
1) KClO_3 20 g/m^2	83.33 b	16.67 a	69.17 b	14.17
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาลิโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	85.83 b	14.17 a	76.67 ab	9.17
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	90.00 ab	10.00 ab	80.83 a	9.17
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	95.83 a	4.17 b	85.00 a	10.83
F-test	*	*	*	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	4.22	33.33	6.42	24.98

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ความกว้างและความยาวของช่อดอกลำไย

หลังพ่นสารทางใบ 1 สัปดาห์ ต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาลิโคลบิวทราโซล มีความกว้างของช่อดอกลำไยน้อยที่สุดคือ 2.63 เซนติเมตร และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว และพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ส่วนสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ต้นลำไยในทุกกรรมวิธีมีความกว้างของช่อดอกลำไยไม่แตกต่างกัน โดยมีความกว้างของช่อดอกในสัปดาห์ที่ 4 อยู่ระหว่าง 18.88 - 23.75 เซนติเมตร (ตาราง 2)

ตาราง 2 ความกว้างของช่อดอก หลังต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ในฤดูฝน

กรรมวิธี	ความกว้างของช่อดอก (เซนติเมตร)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO ₃ 20 g/m ²	4.48 a	5.12	12.96	23.75
2) KClO ₃ 20 g/m ² + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	2.63 b	3.52	9.71	18.88
3) KClO ₃ 20 g/m ² + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	3.47 ab	5.18	12.19	21.85
4) KClO ₃ 20 g/m ² + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	4.01 a	4.28	10.00	21.77
F-test	*	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	15.05	22.31	13.31	9.79

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ความยาวของช่อดอกลำไยหลังพ้นสารทางใบ พบว่า สัปดาห์ที่ 1 หลังการพ้นสารต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน ร่วมกับพ้นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล มีความยาวของช่อดอกลำไยน้อยที่สุดเท่ากับ 6.39 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว และพ้นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ส่วนสัปดาห์ที่ 2 และ 3 หลังการพ้นสาร ต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ้นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล มีความยาวของช่อดอกลำไยน้อยที่สุดเท่ากับ 9.83 และ 15.66 เซนติเมตร ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 4 ความยาวของช่อดอกลำไยในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน โดยมีความยาวของช่อดอกอยู่ระหว่าง 25.24 - 31.60 เซนติเมตร (ตาราง 3)

ตาราง 3 ความยาวของช่อดอก หลังต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอเรต ร่วมกับ พาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ในฤดูฝน

กรรมวิธี	ความยาวของช่อดอก (เซนติเมตร)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO_3 20 g/m^2	8.79 a	12.42 a	21.83 a	30.47
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	6.39 b	9.83 b	15.66 b	25.24
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	7.11 ab	12.51 a	20.91 a	27.65
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	9.21 a	14.56 a	21.08 a	31.60
F-test	*	*	*	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	14.67	10.45	11.67	11.78

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอก และอัตราส่วนเพศดอก

หลังการพ่นสารทางใบ 4 สัปดาห์ พบว่า ทุกกรรมวิธีส่งผลให้ต้นลำไยมีจำนวนดอกต่อช่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนดอกต่อช่ออยู่ระหว่าง 2,227.67 - 2,922.42 ดอกต่อช่อ เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์เพศดอกที่พบว่า เพศดอกลำไยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศ ซึ่งต้นลำไยในทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้อยู่ระหว่าง 95.97 - 98.30 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศอยู่ระหว่าง 1.70 - 4.03 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีของอัตราส่วนเพศดอกพบว่า กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินเพียงอย่างเดียว และราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย มีอัตราส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกสมบูรณ์เพศ เท่ากับ 39.26 : 1, 24.78 : 1, 58.56 : 1 และ 34.22 : 1 ตามลำดับ (ตาราง 4)

ตาราง 4 จำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอก และอัตราส่วนเพศดอกของต้นลำไยหลังได้รับ โปแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 4 สัปดาห์ ในฤดูฝน

กรรมวิธี	จำนวนดอกต่อช่อ	เพศดอก (เปอร์เซ็นต์)		อัตราส่วนเพศ ดอก (เพศผู้ : สมบูรณ์เพศ)
		เพศผู้	สมบูรณ์ เพศ	
1) KClO_3 20 g/m^2	2,828.42	97.46	2.54	39.26 : 1
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	2,429.75	95.97	4.03	24.78 : 1
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	2,922.42	98.30	1.70	58.56 : 1
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	2,227.67	97.22	2.78	34.22 : 1
F-test	ns	ns	ns	-
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	17.99	1.07	37.66	-

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์การติดผล และจำนวนผลต่อช่อ

เมื่อผลลำไยมีขนาดเท่าเหรียญบาท (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 มิลลิเมตร) พบว่า ต้นลำไยในทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การติดผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นลำไยที่ราด โปแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว และราดโปแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบ ด้วยพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย มีเปอร์เซ็นต์การติดผลเท่ากับ 28.95, 25.89, 26.33 และ 23.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับจำนวนผลต่อช่อ พบว่า ต้นลำไย ในทุกกรรมวิธีมีจำนวนผลต่อช่อไม่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนผลต่อช่ออยู่ระหว่าง 12.54 - 19.81 ผลต่อช่อ (ตาราง 5)

ตาราง 5 เปอร์เซ็นต์การติดผลและจำนวนผลต่อช่อของต้นลำไยหลังได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรต ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 4 สัปดาห์ในฤดูฝน

กรรมวิธี	การติดผล (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนผลต่อช่อ
1) KClO_3 20 g/m^2	28.95	19.81
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	25.89	12.54
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	26.33	12.92
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	23.53	14.52
F-test	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	27.56	22.30

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ปริมาณคลอโรฟิลล์

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นลำไย หลังการพ่นสารทางใบ 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ทั้ง 4 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของลำไยไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 51.23 - 54.11, 52.13 - 54.86, 52.02 - 55.97 และ 52.44 - 55.54 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอเรตร่วมกับพ่นทางใบด้วย เมพิควอทคลอไรด์ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของลำไยมีค่ามากที่สุดทั้ง 4 สัปดาห์ เท่ากับ 54.11, 54.86, 55.97 และ 55.54 (ตาราง 6)

ตาราง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์หลังต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ในฤดูฝน

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (Spad unit)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO_3 20 g/m^2	51.23	52.13	52.02	52.57
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	51.82	52.81	52.99	53.30
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	54.11	54.86	55.97	55.54
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	52.09	52.65	53.66	52.44
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	4.48	4.24	5.47	4.71

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ปริมาณธาตุอาหารพืชในยอดลำไย

1. ไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย หลังการพ่นสาร 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ทั้ง 4 สัปดาห์หลังการพ่นสาร ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไยในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไนโตรเจน สัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 อยู่ระหว่าง 1.39 - 2.05, 1.40 - 1.72, 1.44 - 1.82 และ 1.45 - 1.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 7)

ตาราง 7 ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO_3 20 g/m^2	1.39	1.72	1.52	1.61
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	1.44	1.60	1.44	1.46
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	2.05	1.43	1.62	1.45
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	1.85	1.40	1.82	1.50
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	34.33	9.86	16.29	22.74

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2. ฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดของลำไย หลังการพ่นสาร 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 2 และ 4 หลังการพ่นสาร ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไยในทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไยอยู่ระหว่าง 0.13 - 0.15, 0.15 - 0.18 และ 0.16 - 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 3 หลังการพ่นสาร ดันลำไยที่ราด โพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ และราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย มีปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไยมากที่สุด เท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 8)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 8 ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับ พาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO_3 20 g/m ²	0.13	0.16	0.12 b	0.16
2) KClO_3 20 g/m ²				
+ พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	0.15	0.15	0.13 b	0.16
3) KClO_3 20 g/m ²				
+ เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	0.15	0.18	0.17 a	0.17
4) KClO_3 20 g/m ²				
+ ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	0.15	0.16	0.17 a	0.17
F-test	ns	ns	*	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	24.44	19.46	14.92	18.97

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันในแนวดังแสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. โพแทสเซียม

ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย หลังการพ่นสาร 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ทั้ง 4 สัปดาห์หลังการพ่นสาร ต้นลำไยมีปริมาณโพแทสเซียมในยอด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณโพแทสเซียม สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 อยู่ระหว่าง 0.69 - 1.08, 0.71 - 1.03, 0.71 - 0.88 และ 0.72 - 0.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 9)

ตาราง 9 ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO_3 20 g/m^2	0.89	0.91	0.71	0.79
2) KClO_3 20 g/m^2				
+ พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	0.98	1.03	0.76	0.74
3) KClO_3 20 g/m^2				
+ เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	0.69	0.76	0.88	0.72
4) KClO_3 20 g/m^2				
+ ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	1.08	0.71	0.81	0.86
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	19.96	22.87	9.81	22.65

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4. แคลเซียม

ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย หลังการพ่นสาร 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ทั้ง 4 สัปดาห์หลังการพ่นสาร ต้นลำไยมีปริมาณแคลเซียมในยอด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณแคลเซียม สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 อยู่ระหว่าง 1.20 - 1.48, 1.22 - 2.06, 1.01 - 1.34 และ 1.03 - 1.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 10)

ตาราง 10 ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาคีโตบิวทราโซล เมพิควอโทลไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO_3 20 g/m^2	1.33	1.36	1.12	1.51
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาคีโตบิวทราโซล 2,000 mg/L	1.20	1.22	1.01	1.03
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอโทลไรด์ 3,000 mg/L	1.43	2.06	1.34	1.58
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	1.48	1.41	1.26	1.54
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	21.31	37.56	34.85	24.16

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

5. แมกนีเซียม

ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย หลังการพ่นสาร 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ทั้ง 4 สัปดาห์หลังการพ่นสาร ต้นลำไยมีปริมาณแมกนีเซียมในยอด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณแมกนีเซียม สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 อยู่ระหว่าง 0.19 - 0.21, 0.21 - 0.24, 0.18 - 0.22 และ 0.16 - 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 11)

ตาราง 11 ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไยหลังการให้โพแทสเซียมคลอเรต ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1) KClO_3 20 g/m^2	0.21	0.24	0.20	0.24
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	0.21	0.24	0.20	0.16
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	0.19	0.22	0.18	0.22
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	0.21	0.21	0.22	0.21
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	15.49	13.90	27.28	21.55

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

คุณภาพผลผลิต

1. ความสูงของผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล และความยาวรอบผลลำไย

เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวรอบผลลำไย ในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล มีแนวโน้มทำให้ความสูงของผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล และความยาวรอบผล สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นทางใบด้วยน้ำเปล่า (ตาราง 12)

ตาราง 12 ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวรอบผลลำไย หลังจากต้นลำไยได้รับ โปแตสเซียมคลอไรด์ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ความสูง ของผล (มิลลิเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง กลางของผล (มิลลิเมตร)	ความยาวรอบผล (มิลลิเมตร)
1) KClO_3 20 g/m ²	26.06	28.57	9.16
2) KClO_3 20 g/m ² + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	26.40	29.79	9.26
3) KClO_3 20 g/m ² + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	26.32	28.30	9.02
4) KClO_3 20 g/m ² + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	26.10	28.00	9.15
F-test	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	1.64	3.37	2.49

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ความหนาเปลือกผล ความหนาเนื้อผล และความแน่นเนื้อของผลลำไย

เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ความหนาเปลือกผลและความหนาเนื้อผลของผลลำไยของกรรมวิธีราดโปแตสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีราดโปแตสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ซึ่งมีค่าความหนาเปลือกผลอยู่ที่ 0.67 - 0.83 มิลลิเมตร ในขณะที่ความหนาเนื้อผลมีค่าอยู่ระหว่าง 4.83 - 5.18 มิลลิเมตร ส่วนความแน่นเนื้อของผลลำไย พบว่ากรรมวิธีราดโปแตสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยสารพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย มีค่ามากกว่าผลลำไยที่ของกรรมวิธีราดโปแตสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อของผลลำไย เท่ากับ 1.19 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่ในทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ (ตาราง 13)

ตาราง 13 ความหนาเปลือกผล ความหนาเนื้อผล และความแน่นเนื้อของผลลำไยหลังจากต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ความหนาเปลือกผล (มิลลิเมตร)	ความหนาเนื้อผล (มิลลิเมตร)	ความแน่นเนื้อของผลลำไย (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
1) KClO_3 20 g/m^2	0.83	4.96	1.19
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	0.71	4.83	1.48
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	0.67	5.18	1.92
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	0.81	4.94	1.69
F-test	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	39.91	10.65	10.08

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำหนักสดของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย

เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล มีค่าเท่ากับ 19.08 องศาบริกซ์ (°Brix) ซึ่งมีแนวโน้มที่มากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.44 - 19.08 องศาบริกซ์ ในขณะที่ผลของน้ำหนักสดแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย มีค่าน้ำหนักสดของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักอยู่ที่ 1.79 - 2.08, 7.41 - 8.81 และ 1.48 - 1.63 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 14)

ตาราง 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำหนักสดของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย หลังจากต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	น้ำหนักสด (กรัม)		
		เปลือกผล	เนื้อผล	เมล็ดลำไย
1) KClO_3 20 g/m^2	18.89	2.08	7.58	1.61
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	19.08	2.00	8.81	1.60
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	18.44	1.79	7.75	1.48
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	19.04	1.80	7.41	1.63
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	5.31	20.59	11.75	4.00

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

น้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย

เมื่อผลลำไยอยู่ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่าต้นลำไยในทุกกรรมวิธี ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย แต่อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งของเปลือกผลจากกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว มีแนวโน้มของค่ามากที่สุด เท่ากับ 2.08 กรัม และน้ำหนักแห้งของเปลือกผล จากกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย มีแนวโน้มของค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 1.80 กรัม ในส่วนของน้ำหนักแห้งเนื้อผลพบว่าน้ำหนักแห้งเนื้อผลมีแนวโน้มค่ามากที่สุดในกรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วย พาโคลบิวทราโซล และน้ำหนักเมล็ดลำไยให้ผลที่สอดคล้องกับน้ำหนักสดคือต้นลำไยที่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ มีแนวโน้มน้ำหนักแห้งเมล็ดน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ (ตาราง 15)

ตาราง 15 น้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย หลังจากต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ ร่วมกับพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียในฤดูฝน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		
	เปลือกผล	เนื้อผล	เมล็ดลำไย
1) KClO_3 20 g/m^2	2.08	7.58	1.61
2) KClO_3 20 g/m^2 + พาโคลบิวทราโซล 2,000 mg/L	2.00	8.81	1.60
3) KClO_3 20 g/m^2 + เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 mg/L	1.79	7.75	1.48
4) KClO_3 20 g/m^2 + ไทโอยูเรีย 5,000 mg/L	1.80	7.41	1.63
F-test	ns	ns	ns
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	20.59	11.75	4.00

หมายเหตุ - ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรียร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การออกดอก

โดยปกติตาของลำไยที่กำลังพักตัวอาจพัฒนาเป็นดอกหรือใบขึ้นอยู่กับสารเคมีที่ได้รับ โดยการทำลายการพักตัวของตาใบเป็นเพียงกลไกประการหนึ่งที่ควบคุมการออกดอกของลำไย อาจเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางเคมี หรือสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในต้นลำไย ซึ่งควบคุมกลไกในการสร้างตาดอกหรือใบหรือกลไกอื่น ๆ (สิทธา จิตอารีรัตน์, 2545 : 21)

จากการศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน พบว่า กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว ทำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก 83.33 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน 16.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ส่งเสริมให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์

การออกดอกเพิ่มขึ้นเป็น 95.83 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนเหลือเพียง 4.17 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าในช่วงฤดูฝน ต้นลำไยตอบสนองต่อการราดโพแทสเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวได้ไม่ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม เป็นช่วงฤดูฝนที่ในบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ส่งผลต่อการปิดเปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำของพืชลดลง จึงทำให้การดูดซับ โพแทสเซียมคลอไรด์ลดลง นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนจำนวนมาก ทำให้เกิดการชะล้างโพแทสเซียมคลอไรด์ ประกอบกับในช่วงฤดูฝนมีแสงแดดน้อยทำให้ความเข้มแสงต่ำ ซึ่งส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ที่อาจทำให้พืชสร้างอาหารไม่เพียงพอต่อการสร้างตาดอก (วิชชุดา ทองอ่อน และคณะ. 2556 : 14) ซึ่งสอดคล้องกับ บุญชาติ คติวัฒน์ (2551 : 24) พบว่าการให้โพแทสเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวในเดือนสิงหาคมซึ่งตรงกับฤดูฝน ทำให้ต้นลำไยออกดอกน้อยที่สุดเท่ากับ 78.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกับฤดูอื่นที่มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก 80.3 - 100 เปอร์เซ็นต์

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มขึ้น เนื่องจากไทโอยูเรียมีคุณสมบัติทำลายการพักตัวของพืช โดยลดปริมาณกรดแอบไซซิก ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และจากการทำลายการพักตัวนี้ ส่งผลให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การเจริญเติบโต (สิทธา จิตอารีรัตน์. 2545 : 25) ; (เสาวคนธ์ ทิมทอง. 2550 : 46) รวมทั้งไทโอยูเรียมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอะมิโน (Amino Acid) เพิ่มกรดจิบเบอเรลลินและกรดอินโดลอะซิติกในพืช (Seif El - Yazal and Rady. 2013 : 162) ; (Seif El - Yazal and et al. 2014 : 212) ซึ่งไทโอยูเรียไม่มีผลในด้านการเปลี่ยนแปลงของตาดอกได้แต่ตาดอกต้องมียูเรียแล้วไทโอยูเรียเพียงทำลายการพักตัวของตาดอกกระตุ้นให้ตาดอกสามารถฟื้นสภาพการพักตัวเท่านั้น สอดคล้องกับสิทธา จิตอารีรัตน์ (2545 : 22) รายงานว่า เมื่อนิฉพันธ์ไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ให้กับต้นลำไยที่มีใบชุดที่ 3 แก่เต็มที่ ทำให้ต้นลำไยมีการแตกตา 92 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นลำไยที่ไม่ได้รับไทโอยูเรียไม่มีการแตกตา และจากรายงานของ ศิราณี ศรีวิเชียร และคณะ (2551 : 69) พบว่า ต้นเงาะที่ได้รับไทโอยูเรียมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาในสัปดาห์แรกเพิ่มขึ้นตามระดับของไทโอยูเรียที่เพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ มีการแตกตาสองสูงสุด เท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ในลองกองพบว่าการใช้ไทโอยูเรีย 1.5 กรัมต่อลิตร ทำให้ลองกองมีการแตกตาดอกเพิ่มขึ้นสูงสุด 8.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการทดลอง (เสาวคนธ์ ทิมทอง. 2550 : 52) ในครั้งนี้พบว่า การนิฉพันธ์ไทโอยูเรียสามารถกระตุ้นแตกกิ่งใหม่ ความยาวกิ่ง และความกว้างของใบ (Teanglum and Wongma. 2017 : 390)

นอกจากนี้ยังพบว่า กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วย เมพิควอทคลอไรด์ และพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย มีผลทำให้ต้นลำไยมีลักษณะช่อดอกล้วนมากที่สุด เท่ากับ 80.83 และ 85.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากเมพิควอทคลอไรด์เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่ต่อต้านกระบวนการสร้างจิบเบอเรลลิน ในขั้นตอนการเปลี่ยนเจอร์มานิลเจอร์มานิล ไพโรฟอสเฟต (Geranylgeranyl Pyrophosphate) ไปเป็น เอนคอรีน (Ent - kaurene) Lalit (2002 : 679) ซึ่งสอดคล้องกับ มะลิวรรณ นาสี และคณะ (2557 : 274) พบว่า การพ่นทางใบด้วย เมพิควอทคลอไรด์ทำให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีลักษณะช่อดอกล้วน 67.11 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นมะม่วงที่ไม่ได้รับสารไม่พบการออกดอก และสอดคล้องกับ รุ่งนภา ทวนทอง และวิจิตต์ วรรณชิต (2551 : 75) พบว่า การพ่นไทโอยูเรียที่ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งเสริมให้ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ออกดอก 142.00 ดอกต่อต้น เมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร ซึ่งมีการออกดอกเพียง 129.33 ดอกต่อต้น

การเจริญเติบโตของช่อดอก

จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบ ด้วยพาโคลบิวทราโซล ทำให้ความกว้างและความยาวของช่อดอกลำไยมีแนวโน้มลดลงตลอด 4 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพาโคลบิวทราโซลเป็นสารออกฤทธิ์ ในทางตรงข้ามกับจิบเบอเรลลิน โดยยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน และลดการยืดตัวของข้อปล้อง (Berova and Zlatev, 2000 : 120) สอดคล้องกับรายงานของพาวัน มะโนชัย และคณะ (2560 : 7) พบว่า การให้พาโคลบิวทราโซล 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ครั้ง ครั้งแรกในระยะใบอ่อน ครั้งที่ 2 ระยะใบโตเต็มที่ (ใบแก่) และให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ทำให้ความกว้างและความยาว ของขนาดช่อดอกลำไยลดลง เบญจมาศ วิไลพัฒน์ (2557 : 19) พบว่า การพ่นทางใบด้วย พาโคลบิวทราโซลกับต้นอะโวคาโด หลังตัดยอดได้ 45 วัน ที่ความเข้มข้น 0, 100, 200, 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความยาวของยอดลดลงตามความเข้มข้นของสาร และเริ่มมีความยาว เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป Martinez-Fuentes and et al. (2013 : 124) รายงานว่า การให้พาโคลบิวทรา โซลกับต้นมะม่วงสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอก 38 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าให้ในอัตราที่สูงจะยับยั้ง การออกดอก และทำให้ความยาวของยอดสั้นลง (Protacio and et al. 2000 : 30) ; (Robbertse and Stassen, 2004 : 191) ; (Sarker and Rahim, 2012 : 339) ยังมีรายงานถึงการตอบสนองของพืช เมื่อพืชบางชนิดได้รับพาโคลบิวทราโซลในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เช่น ถ้าใช้ความเข้มข้น ประมาณ 0.107 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของราก ส่วนความเข้มข้นที่ ประมาณ 0.070, 0.039, 0.034 และ 0.027 มิลลิกรัมต่อลิตร จะตอบสนองต่อใบ เมล็ดลำไยลำต้น และเปลือกผล (Singh and Bhattacharjee, 2005 : 54)

คุณภาพช่อดอก เปอร์เซ็นต์การติดผล และจำนวนผลต่อช่อ

การออกดอกนอกฤดูของลำไยมากหรือน้อยอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุใบ อัตราการให้สารที่เหมาะสม การให้สาร ความเข้มแสง และพันธุ์ลำไย เป็นต้น (พาวัน มะโนชัย และคณะ. 2547 : 10) ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่า จำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอก อัตราส่วนเพศดอก เปอร์เซ็นต์การติดผล และจำนวนผลต่อช่อของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับ นภดล ศรีहरา (2557 : 59) พบว่า การฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลกับลำไยพันธุ์อีดอ ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ต้นลำไยที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้น มีจำนวนผลต่อช่อ และปริมาณผลผลิตต่อต้นไม่แตกต่างกัน และรายงานของ บุญชาติ คติวัฒน์ (2551 : 72) พบว่า การใช้พาโคลบิวทราโซลด้วยวิธีการฉีดพ่นทางใบ ไม่มีผลต่อการติดผล และปริมาณผลผลิตของลำไย Porlingis and Voyiatzis (1999 : 242) รายงานว่า พาโคลบิวทราโซลจะมีอิทธิพลต่อการติดผลได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น อัตราของการใช้สารและสภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ ส่วนในส้มโอ พบว่า การให้ไทโอยูเรียทำให้ส้มโอมีเปอร์เซ็นต์การติดผลไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสาร (รุ่งนภา ทวนทอง และวิจิตต์ วรรณจิต. 2551 : 74) ในมะม่วง พบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์กับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อัตรา 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อจำนวนผลต่อช่อ เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ (มะลิวรรณ นนสี และคณะ. 2557 : 276) ในขณะที่การฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และการฉีดพ่นไทโอยูเรีย 2,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อจำนวนดอกต่อช่อของเงาะพันธุ์โรงเรียน (ชัยวัฒน์ มกรเพศ และคณะ. 2537 : 534)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์

การราดโพแทสเซียมคลอเรตทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย พบว่า หลังพ่นสาร 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ต้นลำไยในทุกกรรมวิธี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับนภดล ศรีहरา (2557 : 66) พบว่า การฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลกับต้นลำไย ความเข้มข้น 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ตลอดระยะเวลาการทดลอง แต่การฉีดพ่นสารที่ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาของ (Wieland and Mample. 1985 : 143) ที่ให้พาโคลบิวทราโซลทางดินกับแอปเปิ้ลอัตรา 25 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์

ปริมาณธาตุอาหาร ในยอดลำไย

จากการศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ร่วมกับโพแทสเซียมคลอเรต ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน สัปดาห์ที่ 1, 2 และ 4

หลังการทดลอง พบว่า ต้นลำไยที่ได้รับสารในทุกกรรมวิธี มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ ลำไยปีที่ 3 หลังพ่นสาร กรรมวิธี ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ และพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย มีปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไยมากที่สุดเท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างที่ลำไยมีการออกดอก อาจเป็นเพราะต้นลำไยที่อยู่ในช่วงพักตัวนั้นจำเป็นต้องมีการสะสมอาหารก่อนการออกดอก จึงตอบสนองต่อไทโอยูเรียได้ดี เนื่องจากไทโอยูเรียมีคุณสมบัติทำลายการพักตัวของพืช ซึ่งมีไนโตรเจน 36 เปอร์เซ็นต์ สูตรโครงสร้างคล้ายกับยูเรียโดยมีกำมะถันเข้าไปแทนที่อนุภาคของออกซิเจนในโมเลกุลของยูเรีย (พีรเดช ทองอำไพ, 2530 : 11) ซึ่งอนุภาคกำมะถันเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนซิสเทอีนและไมโทไอนิน ซึ่งเป็นสารประกอบของโปรตีน และกรดอะมิโนทั้งสองชนิดเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์อินทรีย์สารหลายชนิด โดยกำมะถันจะเปลี่ยนรูปเป็นซัลเฟต การรีดิวซ์ซัลเฟตในใบนำไปสู่การสังเคราะห์กลูตาไทโอน (Glutathione) ซึ่งละลายน้ำได้ง่ายและเคลื่อนย้ายสารนี้ทางท่ออาหารเพื่อใช้สังเคราะห์โปรตีนที่ย่อยอ่อน ผลหรือปลายราก การดึงดูดซัลเฟตของราก ทำให้พืชมีอาหารสะสมมากขึ้น (ยงยุทธ โอสดสภา, 2543 : 259) เช่นเดียวกับมะลิวรรณ นาสี และคณะ (2557 : 278) พบว่า การพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นก่อนการสร้างจุดกำเนิดตาออก และสอดคล้องกับพัชรินทร์ ทองมาก (2552 : 75) ที่พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบของลำไย จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงก่อนการออกดอก โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการพัฒนาของตาออก เนื่องจากฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในการควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และการสังเคราะห์แสง เพื่อให้ได้เป็นพลังงานในรูปของอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) ซึ่งเป็นสารที่ให้พลังงานสูงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายซุโครสออกจากใบพืชไปยังส่วนที่ต้องการพลังงานในการเจริญเติบโต (พิทยา สรวมศิริ และคณะ, 2550 : 189) การขาดธาตุฟอสฟอรัสในช่วงออกดอกจะส่งผลให้การพัฒนาดอกไม่สมบูรณ์ มีจำนวนน้อย (พาวิณ มะโนชัย, 2543 : 51) สัดส่วนฟอสฟอรัสต่อไนโตรเจนในต้นลำไยที่ออกดอกจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าต้นลำไยที่แตกใบอ่อน เนื่องจากการเคลื่อนที่จากแหล่งสร้างอาหาร (Source) ไปยังแหล่งใช้อาหาร (Sink) คือ ตายอดที่กำลังพัฒนาไปเป็นตาออก อาศัยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นตัวส่งเสริมการเคลื่อนที่อาหารสะสมไปยังยอด (วิชชุดา ทองอ่อน และคณะ, 2556 : 16)

คุณภาพผลผลิต

จากการศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ต่อการออกดอกและติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในฤดูฝน พบว่า ไม่มีผลต่อความสูงของผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล และความยาวรอบผลลำไย สอดคล้องกับนพดล ศรีहरา

(2557 : 68) ที่ให้พาโคลบิวทราโซล ด้วยวิธีการฉีดพ่นทางใบความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง พบว่า ไม่มีผลต่อความกว้างและความสูงของผลลำไย

ในขณะที่ความหนาเปลือกผล ความหนาเนื้อผล ความแน่นเนื้อของผลลำไย และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่า ต้นลำไยในทุกกรรมวิธีมีผลไม่แตกต่างกัน โดยมีความหนาเปลือกผลอยู่ระหว่าง 0.67 - 0.83 มิลลิเมตร ความหนาเนื้อผล 4.94 - 5.18 มิลลิเมตร และความแน่นเนื้อของผลลำไย 1.19 - 1.92 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตาราง 12) สอดคล้องกับนพดล ศรีहरา (2557 : 70) ที่ให้พาโคลบิวทราโซล ด้วยวิธีการพ่นทางใบความเข้มข้น 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร กับต้นลำไยพันธุ์อีดอ พบว่า ไม่มีผลต่อความหนาเปลือกผล เนื้อผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Subhadrabandhu and Kaiviparkbunyay, 1998 : 76) พบว่า การให้พาโคลบิวทราโซล กับต้นทุเรียนพันธุ์ชะนี ไม่ทำให้ความแน่นเนื้อของผลลำไยแตกต่างกันกับต้นที่ไม่ได้รับสาร รัชชนิดา จันทรกระจ่าง (2555 : 45) รายงานว่า การให้พาโคลบิวทราโซลกับมะยงชิด ไม่มีผลต่อคุณภาพของผล น้ำหนักผล ขนาดผล น้ำหนักเมล็ดลำไย ขนาดเมล็ดลำไย การใช้ประโยชน์ได้ของผล สีผิวผล ความแน่นเนื้อของผลลำไยและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

วิธีการให้พาโคลบิวทราโซลที่เหมาะสมแก่พืชคือ การราดลงดิน เนื่องจากรากพืชสามารถดูดซึมสารนี้ได้ดี (นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย, 2557 : 40) และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้นานกว่าการพ่นทางใบ เมื่อสารเคลื่อนที่เข้าสู่ใบพืชทางปากใบแล้ว สารบางส่วนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ท่ออาหาร ทำให้สารไม่สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่จะแสดงผลตอบสนองต่อสารได้อย่างทั่วถึง และไม่คอยเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่น ซึ่งประสิทธิภาพของพาโคลบิวทราโซลเมื่อให้ทางดินสามารถเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ผ่านไปยังระบบเนื้อเยื่อลำเลียง (Vascular System) ซึ่งเก็บสะสมสารเอาไว้เมื่อมีปริมาณสูงพอก็จะส่งไปลดความยาวของปล้องได้ ส่วนการฉีดพ่นของสารทางใบ สารจะผ่านท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) ก่อนแล้วจึงส่งผ่านเข้าไปยังท่อลำเลียงน้ำ ซึ่งจะลดประสิทธิภาพของสารลงได้ (รุ่งนภา ทวนทอง, 2554 : 27) Porlingis and Voyiatzis (1999 : 249) กล่าวว่า พาโคลบิวทราโซลจะมีอิทธิพลต่อการติดผลได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น อัตราของการใช้สารและสภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ รุ่งนภา ทวนทอง (2554 : 28) พบว่า การให้พาโคลบิวทราโซล ร่วมกับไทโอยูเรีย ไม่ทำให้ขนาดผล ปริมาณเนื้อผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่มีความแตกต่างทางสถิติกับวิธีที่ไม่ได้รับสาร ส่วนน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไย พบว่า ในทุกกรรมวิธีมีผลไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับนพดล ศรีहरา (2557 : 67) พบว่า ต้นลำไยที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อน้ำหนักของผล น้ำหนักเปลือกผล และน้ำหนักเนื้อผล

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เมื่อใบลำไยชุดที่ 3 อยู่ในระยะใบเพสลาด พ่นปุ๋ยทางใบสูตร 0 - 52 - 34 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น 7 วัน รวดโพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 99.9 เปอร์เซ็นต์ ทางดิน ในอัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร เมื่อรูดสารทางดินครบ 15 วัน พ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย ตามกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกและเกิดลักษณะช่อดอกถี่ขึ้นได้มากกว่าการรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร เพียงอย่างเดียว ส่วนการรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มทำให้ช่อดอกของลำไยมีขนาดลดลง

2. การรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร และการรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และไทโอยูเรีย 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกปนใบ จำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอก เปอร์เซ็นต์การติดผล จำนวนผลต่อช่อปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในยอดลำไย

3. การรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัส ในยอดลำไยมากกว่าทุกกรรมวิธี หลังการพ่นสาร 3 สัปดาห์

4. การรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร และการรูดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน 20 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และไทโอยูเรีย 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวรอบผล ความสูงของผล ความหนาเปลือกผล ความหนาเนื้อผล ความแน่นเนื้อของผลลำไยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเปลือกผล เนื้อผล และเมล็ดลำไยของทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยไทโอยูเรีย ทำให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกและเกิดลักษณะช่อดอกสั้นได้มากกว่าการราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินเพียงอย่างเดียว ส่วนการราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินร่วมกับการพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล มีแนวโน้มทำให้ช่อดอกของลำไยมีขนาดลดลง แต่ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อคุณภาพของผล อาจเป็นเพราะพาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และไทโอยูเรีย มีคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ในระยะเวลาที่จำกัด จึงน่าจะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยทดลองเพิ่มจำนวนครั้งการพ่นสารในช่วงที่ลำไยมีการติดผลแล้ว เพื่อให้สารส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กมล พงษ์เขียว. (2549). ผลของไนโตรเจน จิบเบอเรลลิน และวิตามินอี ต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลลำไยพันธุ์ตอ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์พืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน. กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2546). เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับลำไย. กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.
- การิตา จงเจือกลาง. (2552). ผลของสารพอลิเมอร์ชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของประดู่บ้าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ครรชิต พุทธโกษา และกัญญารัตน์ อาจวิชัย. (2533). ผลของสารชะลอการเจริญเติบโตต่อขนาดทรงพุ่ม ผลผลิต และการจัดการแมลงศัตรูฝ้าย. การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 รายงานผลการวิจัยสาขาพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จรงค์ อิ่มใจ. (2551). การผลิตลำไยในตลาดข้อตกลง. เชียงใหม่ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงฯ.
- ฉลองชัย แบบประเสริฐ. (2551). ลำไย ชุด โครงการผลิตเอกสารวิชาการเผยแพร่แก่เกษตรกร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เฉลิมชัย วงษ์อารี. (2560). การใช้แคลเซียมเพื่อคุณภาพของผลไม้ที่ดีหลังการเก็บเกี่ยว. กรุงเทพฯ : หลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชรินทร์ ตาชม. (2548). ผลของบราดีโนสเตียรอยด์ จิบเบอเรลลิน และออกซิน ต่อการเจริญเติบโตของผลลำไย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชัยวัฒน์ มกรเทศ, ฉลองชัย แบบประเสริฐ, มาลี ณ นคร และกวีศรี วานิชกุล. (2537). ผลของสารพอลิเมอร์ชีวภาพ โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต และไทโอยูเรียต่อการออกดอก และติดผลของเงาะพันธุ์โรงเรียน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คารณี เกียรติสกุล และตระกูล ต้นสุวรรณ. (2545). “ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่ออัตราสังเคราะห์แสง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในลำไย,” วารสารเกษตร. 18 (3) : 180 - 189.

- ธนพันธ์ พงษ์ไทย, จำเป็น อ่อนทอง และขวัญตา ขาวมี. (2560). “ผลของแมกนีเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของต้นยางเล็ก,” วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร. เชียงใหม่ : สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 34 (1) : 1 - 12.
- ธันชนิดา จันทร์กระจ่าง. (2555). อิทธิพลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกและติดผล และผลของสารจิบเบอเรลลินที่มีต่อคุณภาพของผลมะยงชิด (*Bouea burmanica* griff.) พันธุ์ทูลเกล้า. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีรพงศ์ ชมใจ. (2544). ผลของสภาวะเครียดน้ำ และสารไทโอยูเรียต่อการออกดอกของลองกอง (*Aglaia dookoo* Griff.). วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีรวัฒน์ กันยานี. (2557). ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อปริมาณการแพร่ของอินโดลอะซีติกแอซิด และคุณภาพของผลลำไย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นภค ศรีเหรา. (2557). ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อขนาดทรงพุ่ม ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลำไยพันธุ์อีดอ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. (2557). “พาโคลบิวทราโซล : ผลต่อการเติบโตของทรงพุ่มและปริมาณคลอโรฟิลล์ของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์,” แก่นเกษตร. 42 (1) : 39 - 46.
- นิพัฒน์ สุขวิบูลย์. (2547). ลำไย. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงฯ.
- นิรนาม. (2562). โครงสร้างของไทโอยูเรีย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/ไทโอยูเรีย>. 22 มิถุนายน 2563.
- _____. (2563). โครงสร้างของพาโคลบิวทราโซล. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/พาโคลบิวทราโซล>. 12 กรกฎาคม 2563.
- บุญชาติ คติวัฒน์. (2551). ผลของสารโพแทสเซียมคลอเรตต่อการออกดอกติดผลของลำไยพันธุ์อีดอในรอบปี. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- บุษยมาศ ผุยมูลศรี. (2557). ผลของแสงและสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการเกิดช่อดอกปทุมมานอกฤดู. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ผลิตพืช). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- เบญจมาศ วิไลพัฒน์. (2557). ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอก
ในอะโวคาโด (*Persia americana* Mill.). วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปราโมช ร่วมสุข, สมศิริ แสงโชติ, อธิวิสุนทร นันทกิจ, สุมิตรา ภู่วโรดม, ยศพล ผลาผล และสุเทพ
สหาษา. (2561). การสร้างสวนทุเรียนมือใหม่ผู้มีอาชีพ. กรุงเทพฯ : หจก.มิตรเกษตร
การตลาดและโฆษณา.
- พัชรา แสนสุข. (2554). การผลิตและการตลาดลำไยของเกษตรกรในอำเภอคลองหลวงจังหวัด
เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ กษ.ม. (เกษตรศาสตร์และสหกรณ์). นนทบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช.
- พัชรินทร์ จงรักไทย. (2551). ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนในยอด
และใบของลำไยพันธุ์ดอในระยะเวลาใบอ่อน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พัชรินทร์ ทองมาก. (2552). ผลของการตัดช่อดอกต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต
ธาตุอาหารในใบ การออกดอกชุดที่สอง และคุณภาพผลของลำไย. วิทยานิพนธ์ วท.ม.
(พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พาวิน มะโนชัย, จิรนนท์ เสนานานู, ทรงศักดิ์ ชรรณจรัส และเลิศชัย จิตรอารี. (2560). รายงาน
วิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาวิธีเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอกของลำไยนอกฤดู
ในฤดูฝน. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.
- พาวิน มะโนชัย, ยุทธนา เขาสุเมรุ, ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. (2547). เทคโนโลยี
การผลิตลำไย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- พาวิน มะโนชัย. (2543). การศึกษาวิธีการควบคุมการออกดอกของลำไย. เชียงใหม่ : ภาควิชา
พืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- พิจิตร ศรีปิ่นดา, สุพัฒนกิจ โพธิ์สว่าง, อนันต์ ปัญญาเพิ่ม, จันทร์เพ็ญ แสนพรหม, พัทธภรณ์
ลีลาภิรมย์กุล, อนรรค อุปมาลี และศิริพร หัสสร้างสี. (2552). การชักนำให้ต้นลำไย
ออกดอกและติดผลในฤดูร้อน. การประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5 :
พลังงานทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อมนุษยชาติ. เชียงใหม่.
- พิจิตร ศรีปิ่นดา. (2549). เทคนิคการผลิตลำไยนอกฤดู. เชียงใหม่ : กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัย
และพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่.

พิทยา สรวมศิริ, พาวิน มะโนชัย, ครุณี นาพรหม, จีรวรรณ กิจชัยเจริญ และกนกวรรณ ศรีงาม.

(2550). การปรับปรุงคุณภาพผลในการผลิตไม้ผลเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน กรณีศึกษา
การผลิตลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วงนอกฤดูฤดูกาล. รายงานฉบับสมบูรณ์. เชียงใหม่ :
สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

พีรเดช ทองอำไพ. (2530). “สารชนิดใหม่ ไทโอยูเรีย,” วารสารเกษตร. 11 (126) : 47 - 50.

_____. (2537). ฮอร์โมนพืชและการสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.
กรุงเทพฯ : วิชาการพิมพ์.

มะลิวรรณ นาสี, นุติ เจริญกิจ, พิทยา สรวมศิริ และครุณี นาพรหม. (2557). “ผลของเมพิควอท
คลอไรด์ คลอร์มีควอทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซล ต่อสรีรวิทยาการออกดอกของ
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง,” วารสารเกษตร. 30 (3) : 271 - 279.

มะลิวรรณ นาสี. (2557). ผลของเมพิควอทคลอไรด์ คลอร์มีควอทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซล
ต่อสรีรวิทยาการออกดอก ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. วิทยานิพนธ์ วท.ม.
(พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ขงยุทธ โอสอสภา. (2543). ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. (2558). ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุษนา เขาสุเมรุ, ชิตี ศรีตนทิพย์, สันติ ช่างเจรจา, ภฤศพงศ์ เพชรบุล และรัชต์พงษ์ หอชัยรัตน์.

(2559). การจัดการสวนลำไย การจัดการความรู้ และถ่ายทอดเทคโนโลยี การผลิตลำไย
คุณภาพดีต้นทุนต่ำ. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

รุ่งนภา ทวนทอง และวิจิตต์ วรรณชิต. (2551). ผลของสารพาโคลบิวทราโซลและไทโอยูเรีย
ต่อการออกดอกและติดผลของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.
39 (3) (พิเศษ) : 74 - 77.

รุ่งนภา ทวนทอง. (2554). ผลของสารพาโคลบิวทราโซลและไทโอยูเรียต่อการออกดอกและติดผล
ของส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชศาสตร์). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วรางคณา จักรสาร. (2550). ผลของรูปแบบทรงต้นและโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพ
และผลผลิตลำไย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วันทนา ทองเล่ม. (2543). การเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอทรีลิน และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในช่วงก่อนการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ ลิ่นจีพันธุ์สงฮวย และมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วันพร เข้มมุกด์. (2547). การควบคุมโรคใบจุดลำไย (*Colletotrichum* sp.) โดยใช้เชื้อราเอนโดไฟต์ในลำไย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิชชุดา ทองอ่อน, นุติ เจริญกิจ และพิทยา สรวมศิริ. (2556). “การใช้เอทيفونและโมนิโพแทสเซียมฟอสเฟตร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ เพื่อกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูของลำไยพันธุ์ดอในฤดูฝน,” วารสารเกษตร. 29 (1) : 13 - 18.
- วิชชุดา ทองอ่อน. (2555). ผลของการให้เอทيفونและโมนิโพแทสเซียมฟอสเฟตร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ในฤดูฝนต่อการออกดอกนอกฤดูของลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิลาสินี วงศ์ใหญ่. (2549). ปริมาณจิบเบอเรลลินและไซโตไคนินที่เกิดภายในยอดลำไยพันธุ์ดอ ก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิริณี ศรีวิเชียร, สุภาภรณ์ เอี่ยมแข่ง และสุรพล จิตธิษณกุล. (2551). “ผลของสารไทโอยูเรียต่อการแตกตาของเงาะพันธุ์โรงเรียน,” วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 39 (3) (พิเศษ) : 69 - 72.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้. (2557). พฤษศาสตร์ลำไย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.longancenter.mju.ac.th. 1 เมษายน 2557.
- สำนักงานสถิติจังหวัดจันทบุรี. ลำไย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.chanthaburi.nso.go.th. 8 กันยายน 2560.
- สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาดิน. (2550). เทคนิคการผลิตมะนาวฤดูแล้ง. พิธีกร : กระทรวงฯ.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร. (2549). การผลิตลำไยนอกฤดู. เชียงใหม่ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงฯ.
- ลิตธา จิตอารีรัตน์. (2545). ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โพแทสเซียมไนเตรต และไทโอยูเรียต่อการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุชาติ จันทรเหลื่อง. (2545). การผลิตลำไยนอกฤดูด้วยสารคลอเรต. จันทบุรี : กลุ่มส่งเสริม
และพัฒนการผลิต สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี.
- สุรทิน ใจดี. (2553). ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่น
รับประทานผลสดในเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชสวน). นครราชสีมา :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุรนารี.
- สุรพล ใจแสน. (2544). การวิจัยและพัฒนาสารเร่งดอกลำไยที่ปลอดภัยโดยใช้โพแทสเซียมคลอเรต
เป็นองค์ประกอบหลักในรูปแบบที่สะดวกกับการนำไปใช้. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
(วิจัยและพัฒนาท้องถิ่น). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.
- สุรพล จิตินากุล และสุชาติ เชิงทอง. (2557). “ผลของสารโพแทสเซียมคลอเรต (KClO_3)
โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) และไทโอยูเรีย (Thiourea) ต่อการแตกตาในเงาะ
(*Nephelium lappaceum* L.) พันธุ์โรงเรียน,” เกษตร. 42 (3) : 26 - 31.
- สุริย์ เปลี่ยนเดชา. (2544). ผลของสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการเกิดตาดอก
ของคาร์เนชั่นโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เสาวคนธ์ ทิมทอง. (2550). ผลของโพแทสเซียมไนเตรด ไทโอยูเรีย และการควั่นกิ่งต่อการออก
ดอก ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.). วิทยานิพนธ์
วท.ม. (พืชศาสตร์). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อรทัย ธัญชัย. (2555). ผลของการควั่นกิ่งและการพ่นปุ๋ยต่อการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์สงฮวย
และจักรพรรดิ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อิทธิฤทธิ์ อึ้งวิเชียร. (2535). อิทธิพลของสารเมพิควอทคลอไรด์และคลอมีควอทคลอไรด์
ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวัน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Berova, M. and Z. Zlatev. (2000). Physiological Response and Yield of Paclobutrazol Treated
Tomato Plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.),” **Plant Growth Regulation**. 30 (3) :
117 - 123.
- Diczbalis, Y. and J. Drinnan. (2007). **Floral Manipulation and Canopy Management in
Longan and Rambutan**. Barton : Australian Government Rural Industries Research
and Development Corporation.

- Lalit, M.S. (2002). **Plant Growth and Development Hormones and Environment**. California : Academic Press.
- Manochai, P., P. Sruamsiri., W. Wiriya-alongkorn., D. Naphrom., M. Hegele and F. Bangerth. (2005). Year around off season flower induction in longan (*Dimocarpus longan*, Lour.) trees by $KClO_3$ applications: potentials and problems. **Scientia Horticulturae**. 104 (4) : 379 - 390.
- Martinez - Fuentes, A., C. Mesejo, N. Munoz - Fambuena, R.C. Gonzalez - Mas, M.C. Iglesias, E. Primo - Millo and M. Agusti. (2013). "Fruit Load Restricts the Flowering Promotion Effect of Paclobutrazol in Alternate Bearing *Citrus* spp.," **Scientia Horticulturae**. 151 (4) : 122 - 127.
- Porlingis, I.C. and D.G. Voyiatzis. (1999). "Paclobutrazol Decreases the Harmful Effect of High Temperature on Fruit Set in Olive Trees," **Acta Horticulturae**. 474 (48) : 241 - 244.
- Protacio, C.M., R.D. Bugante, J. Quinto, G. Molinyawe and G. Pealmo. (2000). "Regulation of Flowering in 'Carabao' Mango Trees by Paclobutrazol," **Philipp. J. Crop Sci.** 25 (14) : 27 - 33.
- Robbertse, P.J. and P.J.C. Stassen. (2004). Paclobutrazol Suppressed Vegetative Growth and Improved Yield as Well as Fruit Quality of 'Tommy Atkins' Mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia," **Scientia Horticulture**. 32 (10) : 189 - 293.
- Sarker, B.C. and M.A. Rahim. (2012). "Vegetative Growth, Harvesting Time, Yield and Quality of Mango (*Mangifera indica* L.) as Influenced by Soil Drench Application of Paclobutrazol," **Acta Horticulture**. 37 (2) : 335 - 348.
- Seif El-Yazal, M.A. and M.M. Rady. (2013). "Foliar-applied DormexTM or Thiourea - Enhanced Proline and Biogenic Amine Contents and Hastened Breaking Bud Dormancy in 'Ain Shemer' Apple Trees," **Trees**. 27 (1) : 161 - 169.
- Seif El-Yazal, M.A., S.A. Seif El - Yazal and M.M. Rady. (2014). Exogenous Dormancy - Breaking Substances Positively Change Endogenous Phytohormones and Amino Acids During Dormancy Release in 'Anna' Apple Trees," **Plant Growth Regulation**. 72 (3) : 211 - 220.
- Singh, V.K. and A.K. Bhattacharjee. (2005). "Genotypic Response of Mango Yield to Persistence of Paclobutrazol in Soil," **Scientia Horticulture**. 106 (1) : 53 - 59.

- Subhadrabandhu, S. and K. Kaiviparkbunyay. (1998). "Effect of Paclobutrazol on Flowering, Fruit Setting and Fruit Quality of Durian (*Durio zibethinus* Murr.) cv. Chanee," **Kasetsart J. (Nat. Sci)**. 32 (1) : 73 - 83.
- Teanglum, A. and N. Wongma. (2017). "Effects of Thiourea on Sprouting of *Litchi sinensis* Sonn. cv. Nakorn Phanom 1," **SNRU Journal of Science and Technology**. 9 (1) : 389 - 396.
- Tongumpai, P.S. Charnwichit, S. Srisuchon and S. Subhadra Bandhu. (1997). "Effect of Thiourea on Terminal Bud Break of Mango," **Acta Hort**. 455 (10) : 71 - 75.
- Wieland, W.F. and R.L. Mample. (1985). "Effect of Paclobutrazol on Growth, Photosynthesis and Carbohydrate Content of 'Delicioue' Apples," **Scientia Horticulturae**. 26 (2) : 139 - 147.



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก ก
ตารางวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การออกดอกของต้นลำไย

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	268.750	3	89.583	6.370	0.016*
Error	112.500	8	14.062		
Total	94900.000	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อนของต้นลำไย

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	268.750	3	89.583	6.370	0.016*
Error	112.500	8	14.062		
Total	1900.000	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกล้วนของต้นลำไย

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	410.417	3	136.806	5.472	0.024*
Error	200.000	8	25.000		
Total	73462.500	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การเกิดช่อดอกปนใบ
ของต้นลำไย

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	56.250	3	18.750	2.769	0.111 ^{ns}
Error	54.167	8	6.771		
Total	1412.500	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	5.714	3	1.905	6.324	0.017*
Error	2.410	8	.301		
Total	167.702	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	5.579	3	1.860	1.823	0.221 ^{ns}
Error	8.162	8	1.020		
Total	259.720	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	23.197	3	7.732	3.474	0.071 ^{ns}
Error	17.808	8	2.226		
Total	1550.095	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	36.314	3	12.105	2.719	0.115 ^{ns}
Error	35.609	8	4.451		
Total	5650.789	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	16.295	3	5.432	4.068	0.050*
Error	10.680	8	1.335		
Total	771.163	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	33.751	3	11.250	6.774	0.014*
Error	13.286	8	1.661		
Total	1871.631	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	72.334	3	24.111	4.483	0.040*
Error	43.024	8	5.378		
Total	4854.751	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวของช่อดอกลำไย
หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	73.832	3	24.611	2.146	0.173 ^{ns}
Error	91.731	8	11.466		
Total	10075.115	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพอร์เซ็นต์การติดผลของลำไย
เมื่อผลลำไยมีขนาดเท่าเหรียญบาท (ประมาณ 20 มิลลิเมตร)

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	286.347	3	95.449	2.243	0.161 ^{ns}
Error	340.491	8	42.561		
Total	7351.959	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จำนวนผลต่อช่อของลำไย เมื่อผล
ลำไยมีขนาดเท่าเหรียญบาท

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	101.208	3	33.736	3.036	0.093 ^{ns}
Error	88.907	8	11.113		
Total	2871.248	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความสูงของผลลำไย ในระยะ
เก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.236	3	0.079	0.426	0.740 ^{ns}
Error	1.479	8	0.185		
Total	8251.576	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกว้างของผลลำไย
ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	5.582	3	1.861	1.998	0.193 ^{ns}
Error	7.451	8	0.931		
Total	9872.646	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาวรอบผลลำไย
ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.090	3	0.030	0.569	0.651 ^{ns}
Error	0.420	8	0.052		
Total	1004.264	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาเปลือกผลของผลลำไย
ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.054	3	0.018	0.198	0.895 ^{ns}
Error	0.728	8	0.091		
Total	7.637	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาเนื้อผลของผลลำไย
ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.190	3	0.063	0.225	0.876 ^{ns}
Error	2.245	8	0.281		
Total	299.542	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความแน่นเนื้อของผลลำไย
ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.880	3	0.293	11.955	0.053 ^{ns}
Error	0.196	8	0.025		
Total	30.624	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหวานของเนื้อผล ในระยะ
เก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.766	3	0.255	0.255	0.856 ^{ns}
Error	8.013	8	1.002		
Total	4279.061	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักสดของเปลือกผล ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.193	3	0.064	0.414	0.748 ^{ns}
Error	1.246	8	0.156		
Total	45.599	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักสดของเนื้อผล ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	3.562	3	1.187	1.383	0.316 ^{ns}
Error	6.867	8	0.858		
Total	756.824	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักสดของเมล็ดลำไย ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.044	3	0.015	3.390	0.074 ^{ns}
Error	0.035	8	0.004		
Total	30.068	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักแห้งของเปลือกผล ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	2.179	3	0.726	0.842	0.508 ^{ns}
Error	6.904	8	0.863		
Total	26.459	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักแห้งของเนื้อผล ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.165	3	0.055	0.716	0.570 ^{ns}
Error	0.616	8	0.077		
Total	25.751	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) น้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไย ในระยะเก็บเกี่ยว

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.017	3	0.006	2.747	0.113 ^{ns}
Error	0.016	8	0.002		
Total	12.538	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.921	3	0.307	0.920	0.474 ^{ns}
Error	2.668	8	0.334		
Total	37.592	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.197	3	0.066	2.883	0.103 ^{ns}
Error	0.182	8	0.023		
Total	28.746	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.250	3	0.083	1.227	0.361 ^{ns}
Error	0.544	8	0.068		
Total	31.547	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณไนโตรเจนในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.052	3	.017	0.147	0.929 ^{ns}
Error	0.938	8	.117		
Total	28.140	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.001	3	0.000	0.458	0.719 ^{ns}
Error	0.005	8	0.001		
Total	0.267	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.001	3	0.000	0.430	0.737 ^{ns}
Error	0.006	8	0.001		
Total	0.323	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.007	3	0.002	7.595	0.010*
Error	0.002	8	0.000		
Total	0.276	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณฟอสฟอรัสในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.000	3	0.000	.145	0.930 ^{ns}
Error	0.006	8	0.001		
Total	0.340	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.244	3	0.081	2.475	0.136 ^{ns}
Error	0.263	8	0.033		
Total	10.444	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.188	3	0.063	1.634	0.257 ^{ns}
Error	0.306	8	0.038		
Total	9.215	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.045	3	0.015	2.409	0.142 ^{ns}
Error	0.050	8	0.006		
Total	7.585	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณโพแทสเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.031	3	0.010	0.332	0.803 ^{ns}
Error	0.249	8	0.031		
Total	7.534	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.136	3	0.045	0.538	0.669 ^{ns}
Error	0.674	8	0.084		
Total	23.005	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	1.246	3	0.415	1.291	0.342 ^{ns}
Error	2.574	8	0.322		
Total	31.211	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.186	3	0.062	0.363	0.781 ^{ns}
Error	1.363	8	0.170		
Total	18.352	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแคลเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.593	3	0.198	1.690	0.246 ^{ns}
Error	0.935	8	0.117		
Total	25.583	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 1 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.001	3	0.000	0.452	0.723 ^{ns}
Error	0.005	8	0.001		
Total	0.506	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 2 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.002	3	0.001	0.619	0.622 ^{ns}
Error	0.011	8	0.001		
Total	0.634	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 3 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.002	3	0.001	0.310	0.818 ^{ns}
Error	0.021	8	0.003		
Total	0.507	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณแมกนีเซียมในยอดลำไย
หลังพ่นสาร 4 สัปดาห์

SOV	SS	DF	MS	F	Sig.
Treatment	0.010	3	0.003	1.538	0.278 ^{ns}
Error	0.017	8	0.002		
Total	0.544	12			

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาคผนวก ข
ภาพภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพภาคผนวก 1 ช่อดอกของลำไยในแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 (ก) กรรมวิธีที่ 2 (ข) กรรมวิธีที่ 3 (ค) กรรมวิธีที่ 4 (ง) (วันที่ 8 สิงหาคม 2560)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพภาคผนวก 2 การเก็บยอดลำไยเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในยอด

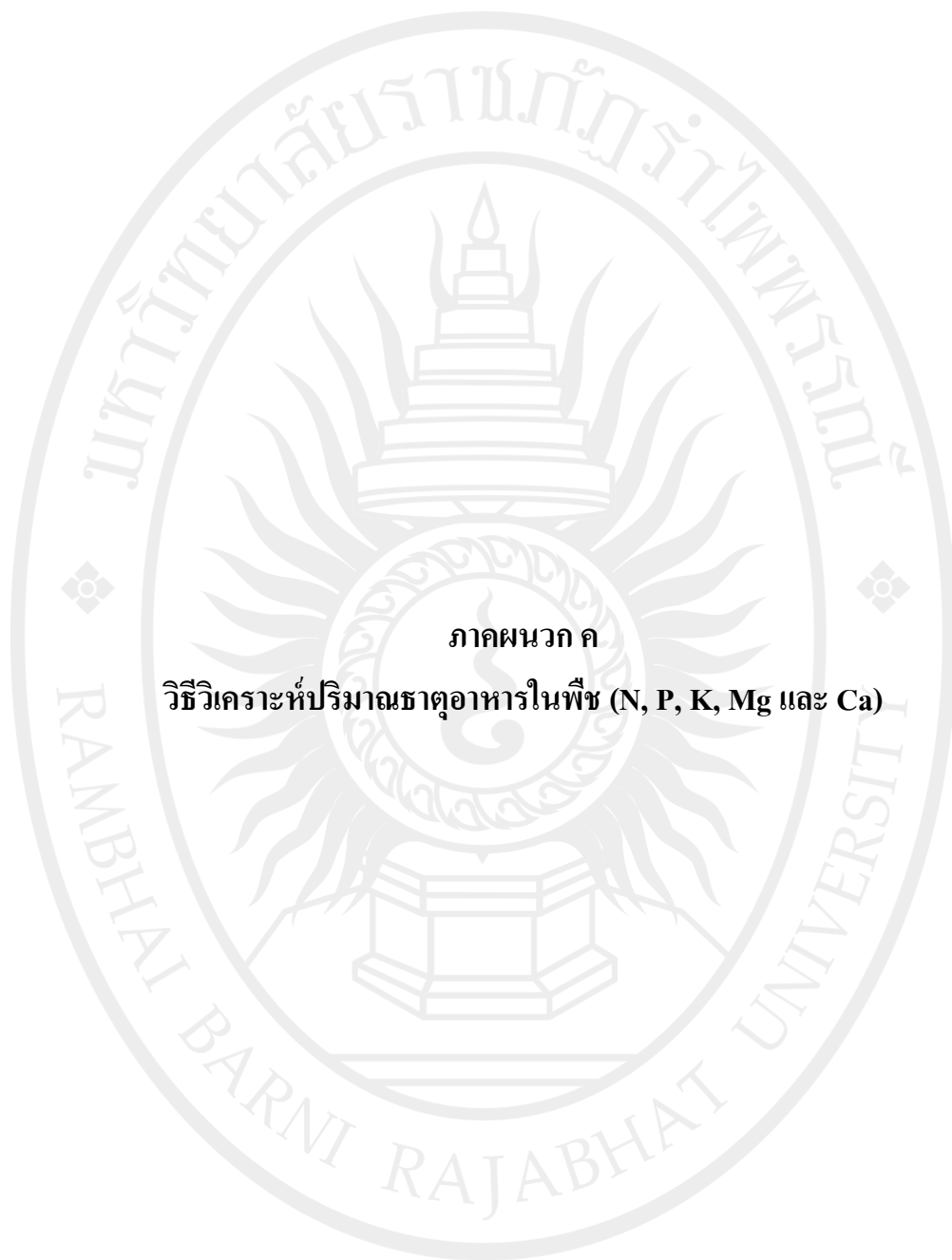


ภาพภาคผนวก 3 การปั่นยอดลำไยอบแห้งก่อนส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร



ภาพภาคผนวก 4 สถานที่ทำการทดลอง ต.บ้านไร่ อ.โพธิ์ชัย จ.ร้อยเอ็ด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การย่อยตัวอย่างพืชสำหรับการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างปลายยอด ใบ และกิ่งปลายยอดลำไยของทุกกรรมวิธี ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์หลังพ่นสาร นำตัวอย่างพืชที่เก็บมาและป้ายบอกชื่อตัวอย่างใส่ในถุงกระดาษหรือถุงผ้าแล้วนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งตัวอย่างพืชแห้ง บันทึกน้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างพืชที่แห้งมาบดด้วยเครื่องบดจนละเอียดขนาดที่ผ่านตะแกรง 40 เมช เก็บตัวอย่างพืชที่บดไว้ในถุงกระดาษครอบตัวอย่างพืชที่บดแล้วอีกครั้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมงและทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำมาชั่งเพื่อทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total N)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์
 - 1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
 - 1.2 ตู้ดูดควัน (Hood)
 - 1.3 เครื่องย่อยของเคลดาล (Kjeldahl Digestion Apparatus) หรือเตาย่อยชนิดพิเศษที่มีลักษณะเป็นแท่งโลหะสี่เหลี่ยมมีช่องบรรจุหลอด (Digestion Block หรือ Heat Block)
 - 1.4 เครื่องกลั่นของเคลดาล (Kjeldahl Distillation Apparatus) หรือเครื่องกลั่นของหลอดแก้ว (Distilling Unit)
 - 1.5 หลอดแก้ว Kjeldahl Flask ขนาด 800 ml หรือ หลอดแก้ว Digestion Tube ขนาด 250 ml
 - 1.6 ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 500 ml หรือ 250 ml
 - 1.7 บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml
 - 1.8 ปิเปต (Pipette) หรือ กระบอกตวง (Cylinder)
2. สารเคมีและวิธีเตรียม
 - 2.1 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc H_2SO_4)
 - 2.2 เกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Commercial Grade NaOH) อัตราส่วน 1 : 1 เตรียมจากเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กก. ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ A.R.grade 40 เปอร์เซ็นต์ เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
 - 2.3 กรดบอริก (Boric Acid) 3 เปอร์เซ็นต์ เตรียมจากกรดบอริก 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 ลิตร

2.4 สารสำเร็จรูปอัดเม็ด (Kjeltabs) ประกอบด้วย 3.5 กรัม ของ K_2SO_4 และ 3.5 มก. ของ Se หรือ Mixed Catalyst ที่ประกอบด้วย K_2SO_4 , $CuSO_4 \cdot 10H_2O$ และ Se ในอัตราส่วน 100 : 10 : 1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

2.5 อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed Indicator) เตรียมได้จากการละลาย 0.22 กรัม Bromocresol Green และ 0.075 กรัม Methyl Red ละลายใน 95 เปอร์เซ็นต์ Ethyl Alcohol จำนวน 96 มล. เติม NaOH 0.1 M ปริมาตร 3.5 มล. ผสมเข้าด้วยกัน

2.2.6 สารละลายกรดเกลือมาตรฐาน 0.1 M เตรียมโดยไทเทรตกับสารละลายต่างที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนโดยสารละลายต่างได้ถูก Standardize ด้วย Potassium Acid Phthalate สูตรโมเลกุล $KHC_8H_4O_4$ มีความบริสุทธิ์สูงมาก เกือบไม่ดูดความชื้นเลยเป็น Primary Standard ควรอบให้แห้งด้วยการอบที่ $120^\circ C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ Phenolphthalein เป็น Indicator หรืออาจเตรียมโดยไทเทรตกับ $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน โดยใช้ Methyl Red เป็น Indicator

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 การย่อยสลาย (Digestion)

3.1.1 ชั่งตัวอย่างที่อบและบดละเอียดแล้ว 0.5 - 1.00 กรัม (ผ่านการอบที่ $65 - 70^\circ C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) บนกระดาษกรองและห่อใส่ใน Kjeldahl Flask ขนาด 800 ml หรือหลอดย่อย Digestion Tube ขนาด 250 มล. เติมสารสำเร็จรูปอัดเม็ดจำนวน 2 เม็ด

3.1.2 เติม conc H_2SO_4 20 ml ลงใน Kjeldahl Flask หรือ 15 ml ลงในหลอดแก้ว

3.1.3 ทำ blank และตัวอย่างอ้างอิง (Reference Sample) โดยวิธีเดียวกัน

3.1.4 นำไปย่อยใน Kjeldahl Digestion Apparatus ใช้อุณหภูมิประมาณ $100^\circ C - 250^\circ C - 400^\circ C$ หรือ Digestion Block ใช้อุณหภูมิประมาณ $400^\circ C$ จนได้สารละลายใสใช้เวลาประมาณ 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 400 มล. หรือถ้าอุปกรณ์ในการย่อยเป็นหลอดแก้วเติมน้ำกลั่น 75 มล. จนได้สารละลายใส

3.2 การกลั่น (Distillation)

3.2.1 เครื่อง Kjeldahl : ใส่สารละลายกรดบอริก 50 มล. ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 500 มล. หยด Mixed Indicator 4 - 5 หยด นำไปวางรองรับ Distillate จากเครื่องกลั่นโดยให้ปลายหลอดแก้วจุ่มอยู่ในสารละลายบอริก แล้วเติมสารละลายเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1 : 1) จำนวน 50 มล. ลงใน Kjeldahl Flask ที่มีสารละลายตัวอย่าง ทำการกลั่น (ประมาณ 1 ชม.) จนได้ปริมาตร 250 มล. แล้วนำไปไทเทรต

3.2.2 เครื่องกลั่นสำหรับ Block : ใส่สารละลายกรดบอริก 25 มล. ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 250 ml หยด Mixed Indicator 4 - 5 หยด ในทำนองเดียวกันเติมสารละลายด่าง (NaOH 40 เปอร์เซ็นต์) ลงในหลอดแก้ว ที่มีสารละลายตัวอย่างปริมาตร 50 มล. จากเครื่องทำการกลั่นจนได้ปริมาตร 150 มล. ใช้เวลาประมาณ 7 - 10 นาที แล้วนำไปไทเทรต

3.2 การไทเทรต

3.2.1 ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วย HCl มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 M จนกระทั่งสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง (Purple) คือ จุดยุติ (End Point)

3.2.2 ไทเทรต Blank ในทำนองเดียวกัน

4. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ N} = \frac{(a - b)c \times 1.401}{g}$$

a = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

b = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรต Blank

c = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ (Molar)

g = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

ถ้าตัวอย่างเป็นน้ำหมักชีวภาพ วิเคราะห์ในทำนองเดียวกัน แต่จะต้องเขย่า แล้วใช้กระบอกตวงตวงสารตัวอย่างประมาณ 2 - 5 มล. (ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพนั้น) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนต่อไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553 : 16 - 18)

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Total P)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 UV - Spectrophotometer

1.2 เตาให้ความร้อน (Hot Pate)

1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.4 อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2. สารเคมีและวิธีเตรียม

2.1 น้ำยาที่ทำให้เกิดสี Ammonium Vanadomolybdate หรือ Barton's Reagent ประกอบด้วย น้ำยา A - เตรียมจากการละลายแอมโมเนียมโวลลิบเดต (Ammonium Molybdate - $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 25 กรัมในน้ำกลั่น 400 ml น้ำยา B - เตรียมจากแอมโมเนียมเมตาแวนาเตต (Ammonium Meta Vanadate - NH_4VO_3) 1.25 g ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 ml ทิ้งให้เย็นแล้วเติมกรด HNO_3 เข้มข้นลงไป 250 ml นำ A และ B มาผสมกัน ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2 สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (Standard Phosphorus หรือ Stock Standard Solution) 50 mg/l เตรียมโดยชั่ง Potassium Dihydrogen Phosphate - KH_2PO_4 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยชั่ง 0.2195 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 mg/l หรือจะเตรียมเป็นสารละลายฟอสฟอรัส 1000 mg/l ก็ได้โดยชั่ง KH_2PO_4 4.393 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เมื่อจะใช้เป็น Working Standard ก็เตรียมสารละลายฟอสฟอรัส 50 หรือ 100 mg/l โดยวิธีเจือจางได้ตามต้องการ

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 การเตรียม Working Standard - โดยปิเปต 0, 1, 2, 3 และ 4 ml จากสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 mg/l ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 25 มิลลิลิตร (ml) เติมน้ำยา Barton 5 ml ปรับปริมาตรให้เป็น 25 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันเพื่อเตรียมความเข้มข้นของ P เป็น 0, 2, 6 และ 8 mg/l

3.2 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง - โดยดูดสารละลายตัวอย่าง 5 ml ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย (Digestion) ลงใน Volumetric Flask ขนาด 25 ml. เติมน้ำยา Barton 5 ml ปรับปริมาตรให้เป็น 25 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีสมบูรณ์อย่างน้อย 30 นาที

3.3 ก่อนการวัด อุณหภูมิเครื่อง UV - Spectrophotometer ไว้ประมาณ 30 นาที ตั้งความยาวคลื่น (Wavelength) ของเครื่องที่ 420 มิลลิเมตร ทำ Standard Curve จาก Working Standard 0, 2, 4, 6 และ 8 mg/l ก่อนแล้วจึงวัด Blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

3.4 วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง UV - Spectrophotometer ความเข้มของสีจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (ตัวอย่าง Blank และตัวอย่างอ้างอิงก็ทำในทำนองเดียวกัน)

4. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ P} = \frac{r \times 100 \times \text{d.f.} \times 100}{10^6 S}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

d.f. = Dilution Factor เช่น 25/5 หรือ 25/1

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ P_2O_5 ใช้ Factor 2.2914 คูณค่า P ที่ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 20 - 21)

การวิเคราะห์โพแทสเซียม (Total K)

1. เครื่องมือ/สารเคมีที่ใช้

- 1.1 Flame Photometer
- 1.2 เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 1.3 KCl AR. Grade
- 1.4 conc. HNO_3

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 การเตรียม Stock Standard Solution (1000 มิลลิกรัมต่อลิตร K) - ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ผ่านการอบแห้งที่ $110^\circ C$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1.9067 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 ml เติมนกรดไนตริกเข้มข้น (Concentrated Nitric Acid) ลงไป 12 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^\circ C$ เพื่อไว้เตรียม Standard Solution ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร K (Intermediate Solution) โดยการปิเปต 10 ml จาก Stock Solution 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร K ลงใน Volumetric Flask 100 ml ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

2.2 การเตรียม Working Standard Solution ประกอบด้วย โพแทสเซียมที่มีความเข้มข้นเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเตรียมโดย

ความเข้มข้นของ K เป็น มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน มล. ที่ Pipette จาก Standard K 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

0	0
2	2
4	4
6	6
8	8

ปรับปริมาตรของสารละลายในขวดวัดปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเตรียมเป็น Standard K ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

2.3 การวัดค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่าง

เปิดเครื่อง Flame Photometer ก่อนปฏิบัติงานประมาณ 30 นาที เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 วัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ K ในสารละลายตัวอย่าง ถ้าค่าที่อ่านได้จากสารละลายตัวอย่างมีค่าเกิน Standard ต้องเจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น เป็น 1:20 หรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม

3. การคำนวณ

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในตัวอย่าง หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ K} = \frac{r \times 100 \times \text{d.f.} \times 100}{10^6 S}$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

S = น้ำหนักของตัวอย่างที่ชั่ง

d.f. = Dilution Factor ควรจะเป็น 10/1 หรือ 20/1 หรือมากกว่า
ถ้าไม่ได้เจือจางสารละลายตัดค่า d.f. ออกไป

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ K_2O ใช้ factor 1.205 คูณค่า K ที่ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน.
2553 : 23 - 24)

แคลเซียมและแมกนีเซียม (Total Ca และ Total Mg)

1. เครื่องมือ/สารเคมีที่ใช้

1.1 Atomic Absorption Spectrophotometer

1.2 เครื่องแก้วที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการ

1.3 $SrCl_2 \cdot 6H_2O$

1.4 สารละลายมาตรฐานแคลเซียมและแมกนีเซียม วิเคราะห์

1.5 เตรียมสารละลายสตรอนเชียมคลอไรด์ ($SrCl_2 \cdot 6H_2O$) ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ลิตร

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียม ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม ความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4, 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เจือจางสารละลายมาตรฐานทั้งสองด้วย $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 ลบ.ซม.

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ที่ผ่านการย่อยสลาย) 1.00 ลบ.ซม. เจือจางด้วย $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 10 - 30 ลบ.ซม.

4. สารละลายที่เตรียมได้ นำไปวัดปริมาณแคลเซียมทั้งหมด และวัดปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ปฏิบัติตามวิธีการใช้ของเครื่อง

5. สารละลายที่วัดได้ควรมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงของสารละลายมาตรฐาน ถ้าค่าสารละลายที่วัดได้มีค่าสูงกว่าสารละลายมาตรฐานจะต้องเจือจางสารละลายให้มากขึ้น แต่ถ้าสารละลายที่วัดได้ มีค่าต่ำกว่าสารละลายมาตรฐาน จะต้องลดการเจือจางลง

6. การคำนวณ

การคำนวณหาปริมาณแคลเซียมในสารละลายตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Ca} = \frac{(r-b) \times 100 \times \text{d.f.} \times 100}{10^6 \times s}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ CaO} = \text{เปอร์เซ็นต์ Ca} \times 1.4$$

$$r - b = \text{ค่าที่อ่านได้ (หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร) - Blank}$$

(กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

$$s = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (หน่วยเป็นกรัม)}$$

$$\text{d.f.} = \text{Dilution Factor ค่าการเจือจางสารละลาย เช่น } 1 : 10 \text{ : } 50 \text{ หรือ } 1 : 100$$

การคำนวณหาปริมาณแมกนีเซียมในสารละลายตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Mg} = \frac{(r-b) \times 100 \times \text{d.f.} \times 100}{10^6 \times s}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ MgO} = \text{เปอร์เซ็นต์ Mg} \times 1.66$$

$$r - b = \text{ค่าที่อ่านได้ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร - Blank}$$

$$s = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (หน่วยเป็นกรัม)}$$

$$\text{d.f.} = \text{Dilution Factor ค่าการเจือจางสารละลาย เช่น } 1 : 10 \text{ : } 50 \text{ หรือ } 1 : 100 \text{ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 28 - 29)}$$



ประวัติย่อผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นายพัชร สมบูรณ์ชัย
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2535
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	17/1 หมู่ 7 ตำบลมะขาม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี
ตำแหน่งงานหน้าที่การงานในปัจจุบัน	เกษตรกร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	17/1 หมู่ 7 ตำบลมะขาม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2549	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี
พ.ศ. 2553	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนลาซาล (มารดาพิทักษ์) จังหวัดจันทบุรี
พ.ศ. 2558	เทคโนโลยีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
พ.ศ. 2563	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี