



## รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การศึกษาและตรวจสอบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย

The study and investigation of affected factors on physiological disorder syndromes of longan peel skin

ได้จัดสรรงบประมาณวิจัย

ประจำปี 2562

จำนวน 88,080 บาท

ผู้อำนวยการโครงการ  
ผู้ร่วมโครงการ

นาย เอกวิทย์ ตรีเนตร

นาง อัจฉรา แก้วกล้า

นายอดิศักดิ์ ภูมวงศ์

นายวินัย วิริยะอลองกรณ์

นายสิริวัฒน์ บุญชัยศรี

นางจินตนา ภูมวงศ์

นางสาววชิรินทร์ จันทวรรณ

นางสาวปาริชาติ เทียนจุมพล

งานวิจัยเสริจสิ้นสมบูรณ์

31 สิงหาคม 2563

## กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาและตรวจสอบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (The study and investigation of affected factors on physiological disorder syndromes of longan peel skin) ได้สำเร็จลุล่วงโดย ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก “สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒” ผู้วิจัย ขอขอบคุณ หลักสูตรเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่อนุเคราะห์ร่วม สถานที่ และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ และ หวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคต ได้ไม่มากก็น้อย

ผู้วิจัย

## สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
สารบัญ	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตของงานวิจัย	4
กรอบแนวความคิด	4
สมมติฐาน	4
การตรวจเอกสาร	5
ระยะเวลาพัฒนาของใบคำไทย	5
กระบวนการกระตุ้นการแตกใบอ่อนและขับยั่งการออกดอก	6
ระยะเวลาพัฒนาของผลคำไทย	6
กลุ่มอาการผิดปกติทางสรีริวิทยาของผลคำไทย	7
บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการ	11
บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย	14
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย	15
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	20

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังจำลองสำหรับการเกิดอาการผลแตกของลำไย	8
ภาพภาคพนวกที่ 1	อาการผิวเปลือกสีแดง จะพบเห็นทั่วไปของทุก ๆ ปี	20
ภาพภาคพนวกที่ 2	ต้นลำไยที่ใช้ในการทดลองจะมีการติดผลค่อนข้างปกติ 50-60 ผล	20
ภาพภาคพนวกที่ 3	ต้นที่พ่นน้ำปล่า	21
ภาพภาคพนวกที่ 4	ต้นที่พ่นชาตุ่นบอรอนความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์	21
ภาพภาคพนวกที่ 5	ต้นที่พ่นชาตุ่นบอรอนความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์	22
ภาพภาคพนวกที่ 6	ต้นที่พ่นชาตุ่นสังกะสีความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์	22
ภาพภาคพนวกที่ 7	ต้นที่พ่นชาตุ่นสังกะสีความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์	23
ภาพภาคพนวกที่ 8	ต้นที่พ่นชาตุ่นบอรอน + สังกะสี 0.1 เปอร์เซ็นต์	24
ภาพภาคพนวกที่ 9	ต้นที่พ่นชาตุ่นบอรอน + สังกะสี 0.2 เปอร์เซ็นต์	25
ภาพภาคพนวกที่ 10	การแตกของผลในระยะสุดท้าย (ระยะสร้างเนื้อ)	25
ภาพภาคพนวกที่ 11	ลำไยที่ได้รับชาตุ่นบอรอนและสังกะสีความเข้มข้นต่างๆ จะมีสีผิวเปลือกเป็นสีเขียวอ่อนเหลือง ไม่พบอาการผลแตกหรือผิวสีแดง	26
ภาพภาคพนวกที่ 12	การเผยแพร่ความรู้ ทางสถานีวิทยุกระจายเสียง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ม.ก.)	27
ภาพภาคพนวกที่ 13	เอกสารเผยแพร่ความรู้ โรคลำไยแดง	28
ภาพภาคพนวกที่ 14	การเผยแพร่ในการให้ความรู้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลำไย กรกฎาคม 2563	29
ภาพภาคพนวกที่ 15	เอกสารการเผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1 ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563 (ผลงานชิ้นที่ 1)	30
ภาพภาคพนวกที่ 16	เอกสารการเผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1 ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563 (ผลงานชิ้นที่ 2)	31

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพภาคผนวกที่ 17 เอกสารการเผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ระดับชาติ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และ <sup>๑</sup> สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจว ในวันที่ 29- 30 กรกฎาคม 2563	20

# การศึกษาและตรวจสอบปัจจัยที่มีผลผลกระทบต่อกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยา

## ของผิวเปลือกลำไย

**The study and investigation of affected factors on physiological disorder syndromes  
of longan peel skin**

เอกวิทย์ ตรีเนตร<sup>1</sup>, อัจฉรา แก้วกล้า<sup>1</sup>, อดิศักดิ์ จุมวงศ์<sup>1</sup>, จินตนา จุมวงศ์<sup>1</sup>, วินัย วิริยะลงกรณ์<sup>2</sup>

สิริวัฒน์ บุญชัยครร<sup>3</sup>, ปราชาติ เทียนจุ่มพล<sup>4</sup> และ วัชรินทร์ จันทวรรณ<sup>5</sup>

Ekawit Threenet<sup>1</sup>, Achara Kleawkla<sup>1</sup>, Adisak Joomwong<sup>1</sup>, Jintana Joomwong<sup>1</sup>,

Winai Wiriya along gon<sup>2</sup>, Siriwat Boochaisri<sup>3</sup>, Parichat Theanjumpol<sup>4</sup>

and Watcharin Jantawan<sup>5</sup>

<sup>1</sup>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

<sup>2</sup>คณะพลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

<sup>3</sup>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา 56000

<sup>4</sup>ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

<sup>5</sup>สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

### บทคัดย่อ

การศึกษาและตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของเปลือกลำไย พันธุ์ดอ (*Dimocarpus longan* Lour. var. Daw) ที่บ้านภูดิน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดย ตรวจสอบผลการให้โภรอนและสังกะสีที่ระดับความเข้มข้น (w/w) ต่างๆ ได้แก่ 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.2% B (T3), 0.1% Zn (T4), 0.2% Zn (T5), 0.1% B + 0.1% Zn (T6) และ 0.2% B + 0.2% Zn (T7) ระหว่างระยะเวลา 0, 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์ ตามลำดับ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของลำไยก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงในระดับโปรตีนโดย เทคนิคทางโปรตีโอมิกส์ และเมทานอลท์โดยเทคนิคเมทabolomic ก็ถูกนำมาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์กับการแสดงออกของอาการผิดปกติ

การศึกษาด้านสุริวิทยาและสารอาหาร (โครงการย่อยที่ ๑) พบว่า ในเดือนแรกของการติดผล การพ่นน้ำเปล่า (ต้นควบคุม) มีจำนวนผลที่เหลือต่อช่อมากกว่าทุกกรรมวิธี โดยมีจำนวนผล 40.08 ผล ต่อช่อ มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ในด้านคุณภาพของผลพบว่าต้นที่ได้รับสังกะสี 0.1 เปอร์เซ็นต์ และ โนรอน 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเนื้อ น้ำหนักผลต่อช่อไม่แตกต่างกับการพ่นน้ำเปล่า แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนความกว้าง ความยาวของผล ปริมาณของเชิงที่ละลายนำไปสู่น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ค่าสีผิวเปลือกของลำไยพบว่า การพ่นโนรอน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสังกะสี ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ลำไยมีสีผิวเปลือกเป็นสีสว่างออกเหลืองอย่างชัดเจน เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการสะสมปริมาณชาตุสังกะสีและโนรอนในใบ พบร้า หลัง การพ่นชาตุทั้งสองในใบมีปริมาณสังกะสีและโนรอนเพิ่มมากขึ้นกว่าค่ามาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าการใช้สังกะสีและโนรอนทางใบสามารถลดชีวภาพใบไปเก็บสะสมและนำໄปไปใช้ในระยะเจริญเติบโตได้อย่างเพียงพอ

การศึกษาด้านกายภาพและเคมีโครงการย่อยที่ ๔) พบว่า ผลลำไยชุด T7 มีค่าน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงที่สุด คือ 12.21 กรัม 3.20 ซม. 2.74 ซม. และ 2.62 ซม. ตามลำดับ ส่วนผลลำไยชุด T3 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และเส้นผ่านศูนย์กลางผลต่ำที่สุด คือ 9.20 กรัม 2.62 ซม. 2.40 ซม. และ 2.40 ซม. ตามลำดับ ค่าสีแดงของเปลือกผล ของกลุ่มทดสอบที่ ๓ มีค่าสูงสุด คือ 11.60 ส่วนค่าความสว่างของสีเปลือก (50.79-52.98) และสีเนื้อผล (35.88-38.92) ปริมาณของเชิงทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (20.01-20.44 %Brix) ปริมาณกรดที่ไทยเกรตได้ในรูปกรด ซิตริก (1.08-1.49 g/100g) และค่าความเป็นกรด-เบส (6.62-6.73) ของทุกกลุ่มทดสอบมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดสอบประสานสัมผัสของลำไยพันธุ์ดอ โดยประเมินจากค่าลักษณะปรากฏภายนอก สีเนื้อ รสชาติ กลิ่น ความแน่นเนื้อ และการยอมรับโดยรวมพบว่าลำไยชุด T3 มีค่าต่ำที่สุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการแยกโปรตีน (โครงการย่อยที่ ๒) แบบ 1 มิติ (1-D gel) ของตัวอย่างโปรตีน 80  $\mu\text{g}$  ในสภาวะเรติวช์ ที่เจล 12.5 % ย้อมด้วย Coomassie brilliant blue R-250 พบว่าในใบมีการแสดงออกของแอนโพรตีนบนเจล ขนาดเฉลี่ย 18.60 KDa ซึ่งเป็นโปรตีน vegetative storage

protein (25.17 kDa) มีค่าลดลงในกลุ่มที่ได้รับบอรอน และสังกะสี นอกจากนี้พบว่าการทดสอบออกของโปรตีนในเปลือกคำํายขนาด 25.16 kDa (vegetative storage protein) ในกลุ่มที่ได้รับสารบอรอน และสังกะสี (T7) มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของพิวเปลือกคำําย (T1) ตลอด 4 เดือนหลังติดผล ซึ่งมีความสอดคล้องกับคำสีแดง (a) ที่ลดลงของเปลือกคำําย สำหรับการศึกษาด้วยเทคนิค Western blotting ยังไม่มีความชัดเจนของผลการทดลองเนื่องจากประสานปัญหาเกี่ยวกับแอนติบอดีที่ใช้ ที่ต้องมีการปรับปรุงต่อไป

การวิเคราะห์ทางด้านเมแทบอไอล์ โดยเทคนิค LC-MS (procurement ย่อยที่ 3) ของใบพบว่า โครมาโทแกรมผลกระทบของไอออน (TIC) ในช่วงท้ายถูกรบกวนด้วยสารจับใบและสารลดแรงตึงผิว ทำให้ไม่สามารถแปลผลได้อย่างมีความหมายภายใต้บริบทเพื่อการศึกษาเหตุของอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของพิวเปลือกคำําย ดังนั้นจึงได้ศึกษาด้วยวิธีด้านเมแทบอไอล์ที่สกัดจากเปลือกของคำํายที่ได้รับการเสริมชาตุสังกะสี (T6) เปรียบเทียบกับเปลือกคำํายของกลุ่มที่มีความผิดปกติทางสรีรวิทยาของเปลือกคำําย(T1) พบร่วมมีสาร 2 ชนิด ที่มีปริมาณการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ในเปลือกคำํายกลุ่ม T6 อายุ 1 เดือน หลังการติดช่องผล คือ สาร 6-(Hydroxymethyl)-2,4(1H,3H)-pteridinedione ซึ่งเป็นสารขั้นกลาง (intermediate) ในกระบวนการสร้าง folate และ  $\beta$ -aminohexanoic acid ซึ่งเป็นตัวหนี่ยวนำให้สร้างภูมิคุ้มกันเพื่อต่อต้านเชื้อ และพบร่วมมีสาร 2 ชนิด ที่มีปริมาณลดลงคือสาร 6-methyl thiohexylhydroximoyl-glutathione และ trihomomethionine ที่สอดคล้องกับการทดสอบออกที่ลดลงของ vegetative storage protein ในเปลือกและใบคำํายหลังที่ได้รับบอรอนและสังกะสีจากผลการศึกษาด้านประติโภมิกส์

คำสำคัญ: เปลือกคำําย สังกะสี บอรอน เมทาโนโลมิกส์ ประติโภมิกส์ ความผิดปกติทางสรีรวิทยา

### Abstract

The study and investigation of affected factors on physiological disorder syndromes of longan peel skin (*Dimocarpus longan* Lour. Var. Daw) at Ban Phu Din, Mae Taeng District, Chiang Mai Province, was investigated by using B and Zn treatments on concentrations (w/w) at 0% (T1), 0.1%

B (T2), 0.2% B (T3), 0.1% Zn (T4), 0.2% Zn (T5), 0.1% B + 0.1% Zn (T6) and 0.2% B + 0.2% Zn (T7) during the growth period of longan on 0, 8, 16, 24 and 28 weeks, respectively. Physical changes on preharvest and postharvest study, protein changes on proteomics and metabolite changes on metabolomics were applied to analyze relation with disorder expression.

After foliar application, the physical and chemical properties studies (sub-project 1) were found that in the first month, control had more fruit set per bunch than another treatment (40.80 fruits) was significantly difference .Fruit quality was found that the foliar application of zinc and boron treated fruits, fresh weight had significant higher flesh weight and fruit weight per bunch compared to the control. Whereas, the width and length of fruit, total soluble solid, peel weight, seed weight did not significant difference .However, peel color showed that fruit treated with 0.29 boron and 0.2 zinc foliar application were clearly green and bright yellow when the harvesting stage and was significantly difference compared to others treatments. Application of B and Zn foliar sprays at gave higher Zn/B accumulated in the leaves which was more than the standard values of normal/control longan leaves .It was shown that the B and Zn foliar application can be leaves absorb and acuminated to use in the enough on growth stage during and development.

The physical and chemical results (sub-project 4) showed that group T7 had the maximum fruit weight, fruit size (width, length, and diameter) of 12.21 g, 3.20 cm, 2.74 cm, and 2.60 cm, respectively. On the other hand, the group T3 fruit had yielded the lowest average fruit weight and fruit size (width, length, and diameter) of 9.20 g, 2.62 cm, 2.40 cm, and 2.40 cm, respectively. The red color (a) of the peel of group T3 was the highest at 11.26. The lightness (L) of the peel (50.79-52.98) and flesh (35.88-38.92), total soluble solids (TSS) (20.01-20.44 %Brix), titratable acidity (citric) (1.08-1.49 g/100g), and pH (6.62-6.73) were not significantly different among the various treatment groups. The sensory evaluation of longan fruit found that at group 3 had the lowest sensory score of appearance, color, taste, aroma, texture and overall acceptable and significantly different among treatments.

Protein separation (sub-project 2) by using one dimensional electrophoresis (1-D gel) of 80 µg proteins in reducing sample conditions at 12.5% gel staining with Coomassie brilliant blue R-250 indicated that the 18.60 kDa of protein band in gel expression (vegetative storage protein, 25.17 kDa) was decreased in groups receiving boron and zinc foliar application. Additionally, it indicated that the 20.83 kDa (vegetative storage protein) of protein band expression of longan peel was decreased in group receiving boron and zinc treatment (T7) compared to the same band from group T1 which showed the physiological disorder on the peel group of physiological disorder syndromes of longan peel skin (T1) throughout the 4 months after fruiting. This result had accordance with the decreased red value (a) of the longan peel. The results of Western blotting techniques are unclear due to problems with the antibodies being used. Therefore, further improvements are needed.

The analysis of the metabolomics of leaves (sub-project 3) by using LC-MS techniques showed that the total ion chromatogram (TIC) in terminal phase was disturbed by leaf binding agents and surfactants. Therefore, it is unable to interpret the LC-MS dataset to facilitate the search for the cause of the physiological disorder syndromes. Therefore, the study of metabolite biomarker in longan peel were conducted from metabolites from longan peels of the 0.2% w/w zinc (T6) and physiological disorders (T1). It found that 2 substances (6-(Hydroxymethyl)-2,4(1H,3H)-pteridinedione, and intermediate in folate biosynthesis and  $\beta$ -aminoheptanoic acid, and inducer on immunity to resist infection) significantly increased ( $q < 0.05$ ) in T6 group at 1 month after fruiting. However, there were 2 substances, 6-methyl thiohexylhydroximoyl-glutathione and trihomomethionine decreased and were consistent with the reduction of boron and vegetative storage proteins on zinc treatment in proteomic studies.

Keywords: Longan peel skin, zinc, boron, metabolomics, proteomics, physiological disorders

ឧទេស្ស 1

## คำนำ

อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (physiological disorder syndromes of longan peel skin) เป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในปัจจุบัน โดยอาการที่ผลลำไยมีลักษณะผลสีค่อนแดงในระหว่างช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตของผล ทำให้ผลของลำไยเล็กไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นผลขนาดใหญ่ได้ ทำให้เกิดความเสียหายเกิดขึ้นกับผลผลิตของเกษตรกร ซึ่งพบว่ามีการระบาดในหลายพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกลำไยทางภาคเหนือ เช่น บางพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ หรือ บางพื้นที่ในจังหวัดลำพูน แต่การระบาดในแต่ละพื้นที่จะมีการแสดงออกของกลุ่มอาการที่มีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น มีขนาดเล็ก ลักษณะสีเปลือกที่สีเข้มขึ้นหรือจาง รวมถึงลักษณะเนื้อของผลลำไยที่มีลักษณะแห้งและมีสีที่แตกต่างไปจากลำไยปกติ สำหรับสาเหตุของโรคยังไม่สามารถบูรณาเหตุที่แน่นอน แต่จากการศึกษาเบื้องต้นด้านโปรตีน (เอกวิที แกะ คณะ, 2560) และสารอาหาร (Wiriya-Alongkorn et al, 2016) พบว่า บริเวณแหล่งเพาะปลูกพบคำ ไยมีอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย มักมีจุดชาตุไม่เพียงพอ เช่น โบรอนและสังกะสี ตลอดจนเกิดการแสดงออกของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสะสมอาหาร เช่น vegetative storage protein และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งชาตุไอก้อน plasma membrane-associated cation-binding protein 1 เกิดขึ้น ดังนั้นกลุ่มผู้วิจัย ต้องการพัฒนาศึกษาผลของการใช้จุดชาตุโบรอนและสังกะสี ตลอดจนพัฒนาวิธีการตรวจสอบด้านโปรตีนด้วยเทคนิคทางโปรตีโนมิกส์ และตรวจสอบด้านสารเมแทโนไรด์ที่ด้วยเทคนิคเมแทโนโโนมิกส์ โดยมีแผนงานการใช้ประโยชน์จากการทดสอบดังกล่าว ให้เป็นการแก้ปัญหาคุณภาพการผลิตปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยให้กับเกษตรกรได้ทราบและนำไปปรับปรุงใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งแผนงานวิจัยนี้มี 4 โครงการย่อยดังนี้

โครงการวิจัยอย่างที่ 1 เนื่องจากคำไทยถือได้ว่าเป็นพืชท้องถิ่นที่ปลูกกันมานานในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน จึงมีสวนเก่าที่มีต้นคำไทยอายุมากกว่า 20 ปี จำนวนมาก ส่วนหนึ่งของสวนคำไทยเก่าเหล่านี้ที่มีการจัดการไม่ดี เป็นสวนที่โกร闷 ต้นคำไทยเป็นโรคหงอย ต้นคำไทยไม่ค่อยตอบสนองต่อการซักนำการออกดอกออกบุคคลด้วยสารคลอเรต หรือผิวของเปลือกคำไทยผิดปกติซึ่งเชื่อกันว่าการขาดจุลธาตุเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหา โดยเฉพาะอาการที่แสดงออกที่ใบซึ่งยทนา

และคณะ (2544) พบว่า ลำไยที่ขาดจุลชาตุจะทำให้ต้นโพรตเร็ว และเป็นอาการของโรคหงอยที่พบในปัจจุบัน นอกจากนี้จากข้อมูลเบื้องต้นที่เก็บไว้และผลลำไยมาวิเคราะห์ สังกะสี และโบรอน พบว่าขาดชาตุสังกะสี และโบรอนค่อนข้างรุนแรงแต่ในทางวิชาการก็ไม่มีการยืนยันอย่างชัดเจนถึง การขาดแคลนจุลชาตุในดินและในพืชสำหรับสวนและต้นลำไย งานวิจัยของ Wiriya-Alongkorn และคณะ (2016) พบว่า สวนลำไยในเขตเชียงใหม่ และลำพูน ที่แสดงของอาการโรคหงอย หรือ ใบแสดงอาการใหม่มีจุลชาตุไม่เพียงพอ ทำให้ผลลำไยไม่ได้คุณภาพ นอกจากนี้ Wiriya-Alongkorn และคณะ (2016) ยังพิสูจน์ให้เห็นว่า ถ้าลำไยขาดสังกะสี และโบรอน จะทำให้แคระแกรน ใบใหม่ และข้อปล้องหดสั้นลงอย่างชัดเจน และยังพบว่าเมื่อพิชขาดโบรอนหรือสังกะสี มีผลให้ความเข้มข้นของ คลอโรฟิลล์ ในโตรเรน และโบรอนในใบต่ำกว่าใบในของต้นที่ไม่ได้ขาดอย่างชัดเจน

ด้วยเหตุนี้นักวิจัยเห็นว่า เป็นการศึกษา และการแก้ไข เพื่อหาแนวทางในการช่วยเหลือ เกษตรกรที่ประสบปัญหารื่องของผิวเปลือกของลำไยเปลี่ยนเป็นสีแดง ทำให้ผิวเปลือกแข็งไม่ได้ คุณภาพ ทั้งนี้ปัญหาอย่างหนึ่งที่มักพบในสวนลำไยคือการขาดแคลนจุลชาตุบางชนิด คือสังกะสี และโบรอน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืนจะทำให้ต้นลำไยของเกษตรกรรายยิ่น และผลผลิตมี คุณภาพดี ไม่แสดงอาการของเปลือกสีแดง หรือผิดปกติอีกด้วย เป็นผลให้เกษตรกรชาวสวนลำไย มีผลผลิตที่มีคุณภาพดี และส่งผลให้มีรายได้ที่เพิ่มขึ้น เสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น จากงานวิจัยนี้

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 จากการศึกษาการเบื้องต้นแสดงออกของโปรตีนที่เกี่ยวข้อง กับกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (เอกวิทย์ และคณะ, 2560) ด้วยการอาศัย เทคนิคทางด้านโปรตีโอมิกส์เบื้องต้นคือ แบบ sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) ตามด้วยเทคนิค mass spectrometry (MS) ได้ปรากฏโปรตีนบาง ชนิดที่คาดว่าจะเป็นตัวบ่งชี้กลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยได้ เช่น vegetative storage protein หรือ plasma membrane-associated cation-binding protein 1 เป็นต้น ซึ่ง โปรตีนเหล่านี้หากเป็นตัวบ่งชี้ได้จริงแล้วน่าจะนำไปสู่การพัฒนาตรวจสอบโปรตีนเหล่านี้โดย อาศัยเทคนิคด้าน antibody เช่นการใช้เทคนิคด้าน Western blotting ในการระบุชัดผลของการ ตรวจสอบให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งหากประสบผลอาจนำไปสู่การพัฒนาชุดตรวจสอบกลุ่ม ความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยได้ในอนาคต

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 ในกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในผลของคำไทยที่มีอาการกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกคำไทยแม้ว่าจะสามารถศึกษาได้ด้วยวิธีการตรวจสอบโดยตีนที่แสดงออก หรือที่เรียกว่า ประติโอมิกส์ แต่การศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ที่เหล่านี้ ที่เราเรียกว่า สารเมทาโนไอลท์ ที่มีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเมทาโนไอลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาของสีผิวเปลือกคำไทย ซึ่งการศึกษานี้ในประเด็นเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยการศึกษาด้วยเทคนิค ด้านเมทาโนโลมิกส์ เพื่อใช้สารเมทาโนไอลท์ในการบ่งชี้กลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกคำไทยซึ่งช่วยให้การกระบวนการตรวจสอบมีความสมบูรณ์และถูกต้องได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งหากประสบผลลัพธ์ที่ดี ไปสู่การพัฒนาชุดตรวจสอบกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกคำไทยได้อีกด้วย

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาเกยตระกร มีวิธีการใช้ชาตุสังกะสีและไบโอรอนมาพ่นให้ปุ๋ยทางใบที่ทำให้แก้ปัญหาและได้ผลผลิตที่ปกติ ซึ่งปริมาณและระดับของชาตุสังกะสีและไบโอรอน (ตามโครงการย่อย 1) ดังนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของชาตุสังกะสีและไบโอรอน ต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลคำไทยพันธุ์ดอที่มีความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกคำไทย ซึ่งค่าทางกายภาพและค่าทางเคมีของผลคำไทยมีส่วนอย่างมากในการประเมินเบื้องต้น ให้กับเกยตระกรในการบ่งบอกความผิดปกตินี้ได้อย่างรวดเร็วและไม่เสียค่าใช้จ่ายมาก ซึ่งหากเผยแพร่การตรวจสอบชนิดที่ได้ผลแก่เกยตระกรก็จะเป็นประโยชน์ได้อย่างมาก

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาแนวทางในการช่วยเหลือเกยตระกรที่ประสบปัญหารื่องของผิวเปลือกของคำไทยเปลี่ยนเป็นสีแดงด้วยการเติมชาตุสังกะสี และไบโอรอน
2. เพื่อพัฒนาตรวจสอบกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกคำไทยด้วยการใช้เทคนิคด้านประติโอมิกส์ ด้วยการใช้ antibody
3. เพื่อพัฒนาตรวจสอบกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกคำไทยด้วยการใช้เทคนิคด้านเมทาโนโลมิกส์ ด้วยการตรวจสอบสารเมทาโนไอลท์

4. เพื่อสร้างเกณฑ์ประเมินคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลลำไยพันธุ์ดอที่มีคุณความคิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย

#### ขอบเขตงานวิจัย

- 1) ศึกษาผลของชาตุสังกะสีและชาตุโบราณต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี ของผลลำไยพันธุ์ดอทั่วไปและหลังเก็บเกี่ยว
- 2) ศึกษาผลกระบวนการต่อการแสดงออกของ โปรตีนด้วยเทคนิคด้าน antibody และสารเมทาโนบีโอลท์ในใบและเปลือกลำไย
- 3) การทดลองหั้งหมุดนี เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ
- 4) ลำไยที่ใช้ในกระบวนการนี้ เป็นลำไยพันธุ์ดอที่เพาะปลูกกันในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ณ ฟาร์ม 900 มหาวิทยาลัยแม่โจ้

#### กรอบแนวความคิด

- 1) การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับอาการพิດปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย ในงานวิจัย ก่อนหน้านี้ ดังในงานวิจัยนบประมาณแผ่นดิน ปี 2559-60 รหัสโครงการ มจ.1-59-051/60-053 ด้าน โปรตีนและสารอาหารพบว่า บริเวณแหล่งเพาะปลูกดังกล่าวที่มีอาการพิດปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย มักมีจุลธาตุไม่เพียงพอ เช่น โบราณ และสังกะสี ดังนั้นการวิจัยเพื่อให้จุลธาตุทั้งสองดังกล่าว น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการบรรเทาแก้ไขปัญหาอาการพิດปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยที่เป็นไปได้
- 2) การแก้ไขปัญหาอาการพิດปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยด้วย โบราณ และ สังกะสีด้วยการพ่นให้ปูย่างใน จำเป็นต้องมีการตรวจสอบค่าฯ เพื่อยืนยันผลกระทบ ที่เกิดขึ้นทั้งกายในและภายนอกของผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาใช้เทคนิค การตรวจสอบด้านกายภาพ และคุณภาพทางเคมีของผลลำไย

สมมติฐาน

1) เมื่อพืชขาดโบรอนหรือสังกะสี มีผลให้ความเข้มข้นของ Chlorophyll ในโตรjen และโบรอนในใบต่ำกว่าใบของต้นที่ไม่ได้ขาดธาตุดังกล่าวอย่างชัดเจนชั่งน้ำจะเกี้ยวข้องกับกลุ่มอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของพิวเปลือกคำไทยได้

2) การพัฒนาตรวจสอบกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผู้เป็นลือกคำไทยด้วยการใช้เทคนิคด้านโปรตีโน้มิกส์ด้วยการใช้ antibody ด้วยวิธี Western blotting ให้ความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นในการระบุตัวบ่งชี้โปรตีน

3) การพัฒนาตรวจสอบกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผู้เปลือกdalex ด้วยการใช้เทคนิคด้านเมทานโอลมิกส์เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการบ่งชี้ร่วมกับการระบุตัวบ่งชี้โปรตีน

4) คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลลำไยพันธุ์ดอที่มีกคุ่มความพิเศษทางสรีรวิทยาของผู้เปลือกลำไยแตกต่างจากลำไยปกติ

## การตรวจเอกสาร

มากกว่าใบที่ไม่มีการออกดอก พบร่วมกับโปรตีนเพิ่มขึ้น 2 กลุ่ม โดยเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนัก 17.18 แหล่ง 33.88 kDa.

### ระยะเวลาพัฒนาของใบลำไย

การผลิตใบอ่อนของลำไยที่อยู่ในระยะต้นกล้าและต้นลำไยที่ปูกด้วยกิ่งตอนที่ยังไม่ได้ผลผลิตจะมีการผลิตใบใหม่ 3-5 ครั้งต่อปี ส่วนต้นที่ให้ผลผลิตแล้วแต่อายุน้อย พบร่วมกับการผลิตใบใหม่ 2-3 ช่วงก่อนการออกดอกในฤดูกาลตัดไป แต่ต้นลำไยที่มีอายุมากอาจผลิตใบใหม่เพียง 1 ครั้ง ก็สามารถออกดอกได้ (ปฐม, 2535) จากการศึกษาของ อนenk (2539) พบร่วมกับต้นลำไยที่มีการผลิตใบอ่อน ในช่วงฤดูหนาวมีการออกดอกได้น้อย และช้ากว่าต้นที่ไม่ผลิตใบอ่อนถึงแม้ว่าจะได้รับอุณหภูมิต่ำก็ตาม แสดงให้เห็นว่าใบอ่อนไม่เหมาะสมต่อการซักนำการออกดอก ทั้งนี้อาจเกิดจากใบอ่อนมีสารยับยั้งการออกดอกซึ่งเกิดขึ้นในไม้ผลหลายชนิด เช่น ลินจี (พาวิน, 2541)

### กระบวนการกระตุ้นการแตกใบอ่อนและยับยั้งการออกดอก

การกระตุ้นการแตกใบอ่อนของลำไย มีวัตถุประสงค์หลักประการ เช่น เพื่อให้ลำไยพื้นดินได้เร็ว โดยการตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยว โดยตัดแต่งกิ่งที่ไม่เหมาะสมและกิ่งที่เจริญเติบโตผิดทิศทางหรือกิ่งเป็นโรคแมลงทำลาย หรือกระตุ้นการแตกใบอ่อนเพื่อยับยั้งไม่ให้ลำไยออกดอกในฤดูกาล หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือหลีกเลี่ยงในช่วงที่มีผลผลิตมาก จากรายงานของพาวิน และคณะ (2549) พบร่วมกับการตัดปลายกิ่ง ที่ระดับความลึก 10-15 นิ้วจากปลายกิ่ง ก่อนการออกดอกสามารถยับยั้งการออกดอกได้

### ระยะเวลาพัฒนาของผลลำไย

การเติบโตของผลลำไยเป็นระยะที่ได้จากการพัฒนาจากการติดดอก ซึ่งหมายถึงเมื่อมีการติดดอกแล้วประมาณสองสัปดาห์จะเกิดการติดผลเกิดขึ้น ซึ่งจะเริ่มกระบวนการโดยมีลักษณะ กลืนคอกจะค่อยมีเสี้ช่องและเที่ยวไปในระยะ 3-4 วัน หลังจากการถ่ายละอองเกสรแล้วจึงมีการพัฒนาของผลลำไยเกิดขึ้นในลักษณะเป็นแบบซิกมอยด์ เคริฟ (sigmoid curve) สำหรับพันธุ์คง เราสามารถแบ่งการเติบโตของผลลำไยออกเป็น 3 ระยะ ในระยะเวลาประมาณ 30 สัปดาห์จะได้ผลที่โตเต็มที่ ดังนี้

ระยะที่ 1 ถือว่าเป็นระยะที่มีการเติบโตอย่างช้าๆ เป็นการเจริญเติบโตของเปลือกและเมล็ดซึ่งมีระยะตั้งแต่สัปดาห์ที่ติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 ส่วนเนื้อผลเริ่มปรากฏการพัฒนาเมื่อผลอายุตั้งแต่ประมาณ 6 สัปดาห์โดยมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 14

ระยะที่ 2 ระยะนี้ผลคำ้ายจะมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเริ่มพัฒนาการเจริญเติบโตระยะนี้ตั้งแต่หลังสัปดาห์ที่ 10-21 หลังติดผล โดยพบว่าเนื้อผลจะเจริญอย่างรวดเร็วมากที่สุด ตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 14 จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 21 การเจริญของน้ำนมีของลงที่ ส่วนเมล็ดจะเจริญรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 14 หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดจะโตเกือบเต็มที่

ระยะที่ 3 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21 เป็นต้นไป เป็นระยะที่มีการเติบโตของผลชั้ลงเนื่องจากส่วนเนื้อและเมล็ดมีการเจริญเกือบคงที่

### กลุ่มอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลคำ้าย

กลุ่มอาการผิดปกติทางสรีรของผลคำ้าย หรือ ที่ชาวบ้านบางพื้นที่ เรียกว่า “โรคคำ้ายผลแಡง” หรือมีชื่อเรียกอื่นๆ เป็นอาการที่ผลคำ้ายมีลักษณะผลเสื่อมแดงในระหว่างช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตเป็นผลขนาดใหญ่ได้ ทำให้ผลของคำ้ายผลนั้นหรือกลุ่มพวงผลนั้นมีผลขนาดเล็ก ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นผลขนาดใหญ่ได้ ทำให้เกิดความเสียหายเกิดขึ้นกับผลผลิตของเกษตรกร โดยเฉพาะหากมีการระบาดในหลายพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกคำ้ายทางภาคเหนือ อาทิ เช่น บางพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ หรือ บางพื้นที่ในจังหวัดลำพูน อย่างไรก็ตามแม้จะเรียกว่าเป็นความผิดปกติทางสรีรของผลคำ้ายแต่การระบาดในแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะการแสดงออกของกลุ่มอาการแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น ลักษณะผลที่มีขนาดเล็กแตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ที่มีการระบาด ลักษณะสีผิวของเปลือกที่มีสีเข้มขึ้นหรือจางลงแล้วแต่ละพื้นที่เพาะปลูก นอกจากนี้ลักษณะเนื้อของผลคำ้ายที่แสดงอาการมักมีลักษณะแห้งและมีสีที่แตกต่างไปจากเนื้อคำ้ายปกติ สำหรับสาเหตุของโรคยังไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอน แต่มีรายงานว่าเกิดเนื่องจากมีผลกระทบทางสรีรวิทยาของต้นคำ้ายที่อาจถูกชักนำโดยหมายปัจจัย อาทิ ระบบการบำรุงรักษาด้านคำ้ายที่ใช้อย่างหักโหม การใช้สารเคมีในการเร่งกระบวนการต่างๆ ในต้นคำ้าย ความผิดปกติของบางสายพันธุ์คำ้ายที่อาจเกิดกลุ่มอาการนี้ได้ง่าย และสภาพของสภาพแวดล้อมของแหล่งเพาะปลูก อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถตรวจสอบว่ากลุ่มอาการเหล่านี้เกิดจากเชื้อโรคใด จึงอาจถือว่าไม่ใช่โรคคำ้าย แต่เป็นกลุ่มอาการหนึ่งของผลผลิตของ

ผลลำไยที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่นั่นเอง และเนื่องจากไม่ใช่โรคที่มีสาเหตุโดยตรงหรือชัดเจน การขับยั่ง ป้องกัน หรือ การควบคุมอาการแสดงออกของโรค จึงอาจทำได้ยาก เพราะต้องอาศัยการควบคุมหลายปัจจัย สำหรับการศึกษาถ้วนอากรณ์ในผลลำไย ส่วนหนึ่งได้จากการศึกษาปัญหาลำไยจากการผลแตก หรือ Fruit cracking (สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตรมหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2557) ที่เกิดจากความไม่สมดุลของการขยายตัวของส่วนเนื้อและส่วนเปลือก อันเนื่องมาจากการผ่านสภาพแล้งตามธรรมชาติแล้วกระบวนการ จะมีโอกาสทำให้ลำไยเกิดอาการผลแตกได้ ดังภาพ 1



ภาพ 1. แผนผังจำลองสาเหตุการเกิดอาการผลแตกของลำไย

จะสังเกตเห็นว่าช่วงต้นของการเกิดอาการผลแตกนั้นการเกิดสภาพแล้งตามธรรมชาติ อันได้แก่ การขาดน้ำ และอุณหภูมิสูง มีผลโดยตรงทำให้ลำไยเจริญเติบโตช้าก่อนพัฒนาเป็นผลแตกได้ เมื่อได้รับปริมาณฝนที่มากและการเกิดสภาพแล้งตามธรรมชาติก็ยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลที่ชัดเจนปัจจัยหนึ่ง ส่วนปัจจัยอื่นที่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มอาการนี้ มีรายงานว่า การใช้แมgnีเซียมซัลเฟต เพื่อแก้ไขปัญหา พืชที่ขาดธาตุแมgnีเซียม หรือขาดกำมะถันในดินนั้น หากใช้แมgnีเซียมนี้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม แมgnีเซียมสามารถช่วยแก้ปัญหาการเกิดกลุ่มอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลลำไยนี้ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากแมgnีเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญในโมเลกุลของคลอโรฟิลซึ่งเป็นองค์วัตถุที่จำเป็น

ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและจำเป็นในการทำงานของบางอีนไซม์ (Li และคณะ, 2001) แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในแง่ของการควบคุมปริมาณผลต่อต้นและต่อช่อที่มากเกินไปทั้งจำนวนผลต่อต้นและต่อช่ออาจเป็นสาเหตุอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้ลำไยมีผลขนาดเล็ก และเกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลได้ เนื่องจากต้นลำไยที่ติดผลยกเว้นการแก่งแบ่งอาหารที่ใบสร้างขึ้นและอาหารที่สะสมในต้นทำให้ไม่เพียงพอที่จะเลี้ยงผล นอกจากนี้การศึกษาทางด้านกระบวนการทางชีวเคมีและโมเดลกุล ตลอดจน metamath ของอลิซึ่มอันเนื่องจากจุดชาตุ เช่น แมgnีเซียม และชาตุสารอาหารชนิดอื่นนี้ยังไม่ปรากฏผลที่ชัดเจน

สำหรับประเทศไทย คำว่า “ดี” ได้รับการยอมรับว่าเป็นพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและสุขภาพมากกว่า 20 ปี จำนวนมาก ส่วนหนึ่งของสวนลำไยที่ปลูกกันมานานในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน จึงมีสวนเก่าที่มีต้นลำไยอายุมากกว่า 20 ปี จำนวนมาก ส่วนหนึ่งของสวนลำไยเก่าเหล่านี้ที่มีการจัดการไม่ดี เป็นสวนที่โกร่ง ต้นลำไยเป็นโรคหอย ต้นลำไยไม่ค่อยตอบสนองต่อการซักน้ำ การอุดออกน้ำด้วยสารคลอร์ หรือผิวของเปลือกลำไยผิดปกติ ซึ่งเชื่อกันว่าการขาดจุลธาตุเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหา โดยเฉพาะอาการที่แสดงออกที่ใบชี้งูทนา และคณะ (2544) พบว่าลำไยที่ขาดจุลธาตุจะทำให้ต้นโกร่งเร็ว และเป็นอาการของโรคหอยที่พบในปัจจุบัน นอกจากนี้จากข้อมูลเบื้องต้นเมื่อกีบใบและผลลำไยมาวิเคราะห์ สังกะสี และบอรอน พบว่าขาดธาตุสังกะสี และบอรอนค่อนข้างรุนแรงแต่ในทางวิชาการก็ไม่มีการยืนยันอย่างชัดเจนถึงการขาดแคลนจุลธาตุในเดือนและในพืชสำหรับสวนและต้นลำไย งานวิจัยของ Wiriy-A-Alongkorn และคณะ (2016) พบว่า สวนลำไยในเขตเชียงใหม่ และลำพูน ที่แสดงของอาการโรคหอย หรือ ใบแสดงอาการใหม่ มีจุลธาตุไม่เพียงพอ ทำให้ผลลำไยไม่ได้คุณภาพ นอกจากนี้ในรายงานวิจัยนี้ยังพิสูจน์ให้เห็นว่า ถ้า ลำไยขาดสังกะสี และบอรอน จะทำให้แคระแกรน ใบไหม้ และข้อปล้องหลังสั้นลงอย่างชัดเจน และยังพบว่าเมื่อพืชขาดบอรอนหรือสังกะสี มีผลให้ความเข้มข้นของ คลอโรฟิลล์ ในโตรเจน และบอรอนในใบต่ำกว่าในใบของต้นที่ไม่ได้ขาดอย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้นักวิจัยเห็นว่าเป็นการศึกษา และการแก้ไข เพื่อหาแนวทางในการช่วยเหลือเกษตรกรที่ประสบปัญหารื่องของผิวเปลือกของลำไยเปลี่ยนเป็นสีแดง ทำให้ผิวเปลือกแข็งไม่ได้คุณภาพ ทั้งนี้ปัญหาอย่างหนึ่งที่มักพบในสวนลำไย คือ การขาดแคลนจุลธาตุบางชนิด คือสังกะสี และบอรอน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืนจะทำให้ต้นลำไยของเกษตรกรอายุยืน และผลผลิตมีคุณภาพดี ไม่แสดงอาการของเปลือกสีแดง หรือ ผิดปกติอีกต่อไป เป็นผลให้เกษตรกรขายสวนลำไยมีผลผลิตที่มีคุณภาพดี และส่งผลให้มีรายได้ที่

เพิ่มขึ้น เสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นจากการวิจัยชั้นนี้ โดยสรุปสาเหตุกลุ่มอาการความผิดปกติทางสปรีวิทยาของผู้เปลือกคำํายอาจมีสาเหตุได้หลายปัจจัยและขั้นตอนทั่วไปที่ขาดเจนยังไม่ได้ ดังนั้น การทำนายล่วงหน้าหรือการวินิจฉัยกลุ่มอาการความผิดปกติทางสปรีวิทยาของผู้เปลือกคำําย ก่อนที่จะแสดงลักษณะอาการเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก ในการยับยั้ง ป้องกัน และ ควบคุม การระบาดของกลุ่มอาการความผิดปกติทางสปรีวิทยาของผู้เปลือกคำํายได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลคำํายพันธุ์ดอที่มีกลุ่มความผิดปกติทางสปรีวิทยาของผู้เปลือกคำํายโดยอาศัยเทคนิคต่างๆ น่าจะมีส่วนช่วยในกระบวนการดังกล่าวได้

## บทที่ 2

### อุปกรณ์ และวิธีการ

#### วิธีการวิจัย

##### การวิจัยแบบออกเป็น 2 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ลักษณะของคำไทยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสันฐานวิทยาของผล

##### 1.1 การเตรียมพืชสำหรับศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สวนเกษตรทำการศึกษาที่ปราฏพบความผิดปกติทางสรีรวิทยาของพิวงปลีอกคำไทยมาทุกปี ณ บ้านภูดิน ต.แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ซึ่งทำการแบ่งกลุ่มต้นคำไทยตามเงื่อนเป็น กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับสารอาหาร บิบอรอน และสังกะสี บิบอรอนดักแปลงจากรายงานของ Kuo และ Yeh (2006) กับของ Roygrong และคณะ (2009) สำหรับสังกะสี ดักแปลงจากรายงานของ Kaya และ คณะ (1999) โดยกำหนดเงื่อนไขดังนี้ คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 (T1) กลุ่มควบคุมที่ปกติที่เป็นโรค

กลุ่มทดลองที่ 2 (T2) กลุ่มได้รับสารละลายบิบอรอนที่ความเข้มข้น 0.1% (w/w) เพียงอย่างเดียว

กลุ่มทดลองที่ 3 (T3) กลุ่มได้รับสารละลายบิบอรอน ที่ความเข้มข้น 0.2% (w/w) เพียงอย่างเดียว

กลุ่มทดลองที่ 4 (T4) กลุ่มได้รับสารละลายสังกะสี ที่ความเข้มข้น 0.1% (w/w) เพียงอย่างเดียว

กลุ่มทดลองที่ 5 (T5) กลุ่มได้รับสารละลายสังกะสี ที่ความเข้มข้น 0.2% (w/w) เพียงอย่างเดียว

กลุ่มทดลองที่ 6 (T6) กลุ่มได้รับสารละลายบิบอรอน ที่ความเข้มข้น 0.1% (w/w) ร่วมกับได้รับสารละลายสังกะสี ที่ความเข้มข้น 0.1% (w/w)

กลุ่มทดลองที่ 7 (T7) กลุ่มได้รับสารละลายโนบرون ที่ความเข้มข้น 0.2% (w/w) ร่วมกับ

ได้รับสารละลายสังกะสี ที่ความเข้มข้น 0.2% (w/w)

การจัดพ่นสารอาหารและสารทดสอบทางใบ ให้คำไชในทุก 5 สัปดาห์ ตั้งแต่ กระบวนการพัฒนาของใบก่อนเกิดการติดเชื้อ จนช่วงเช้า 06.00 น.-10.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มี แสงแดดอ่อน เพื่อหลีกเลี่ยงช่วงแดดจัดและการใหม่ของใบ

### 1.2 การเก็บตัวอย่าง

โดยมีการรวมรวมใบในระยะก่อนและหลังการพ่นสังกะสี และโนบرون คือ ระยะเริ่มต้น (ก่อนออกดอก) ระยะก่อนการติดเชื้อ (ระยะออกดอก) ระยะติดเชื้อ ระยะผลอ่อน ระยะผลเจริญเติบโต (สร้างเนื้อ) และระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งใน 3 ระยะสุดท้ายก็จะมีการเก็บตัวอย่างผลเพื่อนำไปศึกษาด้านเม ทานโนโลมิกส์ด้วย โดยทำการเก็บตัวอย่าง แต่ละระยะ กลุ่มละ 5 ช้ำ ช้ำละ 1 ต้น ตันละ 5 ใบ ตัวอย่างใบและผลที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลทางกายภาพ ดังนี้

### 1.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของใบและเปลือกผลลำไย

- วัดขนาดใบและผล (กว้าง x ยาว), และชั้นหนัง

- วัดเส้นรอบวงและผล (L a และ b)

- บันทึกสภาพแวดล้อมในระหว่างทำการทดลอง และด้านผลผลิตของลำไยหลังได้รับ โนบرونและสังกะสีที่มีต่อการเกิดอาการพิเศษทางสรีรวิทยาของผู้เปลือกลำไย ในโครงการย่อยที่ 1 และโครงการย่อยที่ 4 โดยการบันทึกการติดผล และการร่วงของผลแต่ละระยะการเจริญเติบโต ของผล การวัดเส้นผิว ขนาดของผล ปริมาณชาตุอาหารทางใบ และดักษณะทางกายภาพของผลลำไย เช่น ความกว้าง ความยาวของผล น้ำหนักผลต่อช่อ คุณภาพทางเคมีของผลและเนื้อลำไย เช่น ปริมาณของเยื่องที่คล้ายน้ำได้ น้ำหนักเปลือก น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ รับประทานได้ เป็นต้น

การทดลองที่ 2 ด้านชีวโนมิกส์ ในโครงการย่อยที่ 2 (ปรติโอมิกส์) และ โครงการย่อยที่ 3 (เมทา โนโลมิกส์)

หลังทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นแล้ว นำไป หรือเปลือกลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็น ที่  $-20^{\circ}\text{C}$  และ  $-80^{\circ}\text{C}$  เพื่อทำการทดลองด้านปรติโอมิกส์และเมทาโนโลมิกส์ตามลำดับ สำหรับ

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเมทาโนมิกส์หลังแช่ -80 °C จะดำเนินการทำให้วาย Freeze drying แล้ว  
เก็บไว้ที่อุณหภูมิความชื้น เพื่อรอการสกัดต่อไป



## บทที่ 3

### ผลการทดสอบและวิจารณ์

จากการศึกษาทางสรีรวิทยาในการนี้ดัชนีพัฒนาตุสังกะสี และโบรอนกับคำไทยที่แสดงอาการผิดปกติทางพิวเพลือกล้ำไย ในโครงการย่อยที่ 1 พบว่า จำนวนผลต่อช่อง ก่อนและหลังการฉีดพัฒนาตุสังกะสี และโบรอน ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนหลังติดผล คำไทยมีการติดผลไม่สม่ำเสมอ กันต้นควบคุม (T1) มีการติดผลมากกว่าชุดทดลองอื่นๆ เฉลี่ย 40 ผลต่อช่อง เปรียบเทียบกับคำไทยต้นที่เสริมชาตุอาหารที่มีการติดผล เฉลี่ย 19-35 ผลต่อช่อง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ช่วงระยะเวลา 4 เดือน หลังการติดผล คำไทยมีการร่วงของผลค่อนข้างมาก โดยเฉพาะต้นควบคุม (T1) จะเห็นว่า หลังการติดผล 2 เดือนขึ้นไป ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติใน 2 เดือนหลังติดผล แสดงว่าการฉีดพัฒนาตุสังกะสี และโบรอน ทำให้ลดการหลุดร่วงของผลได้ระดับหนึ่ง จากการวิเคราะห์ปริมาณชาตุสังกะสี และโบรอน ในต้นคำไทยหรือใบคำไทยจะก่อนออกดอก และหลังแห้งช่อออก พบว่า ต้นที่ได้รับการฉีดพัฒนาตุสังกะสี และโบรอน ใบที่เก็บมาในช่วงระยะแห้งช่อออก มีชาตุสังกะสี และโบรอน เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีปริมาณสะสมเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนควบคุม (T1) ที่ไม่ได้ฉีดพั่น

การฉีดพัฒนาตุสังกะสี และโบรอน ความเข้มข้นต่าง ๆ ให้กับต้นคำไทยทางใบและโบรอนสามารถทำให้คำไทยมีการติดผลสะสมเหลือต่อช่องมากกว่าการไม่ได้ฉีดพัฒนาตุสังกะสี และโบรอน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีการร่วงของผลน้อยกว่าการฉีดพัฒนาน้ำเปล่าอย่างเดียว (T1) นอกจากนี้คุณภาพของผลผลิต พบว่า การฉีดพัฒนาตุสังกะสี และโบรอน (T2-T7) ทำให้น้ำหนักผล และน้ำหนักเนื้อ และส่วนที่รับประทานได้ทั้งหมดมีมากกว่าต้นที่พ่นน้ำเปล่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และไม่แสดงอาการผิวสีแดงซึ่งทำให้มีสีผิวคลีก์กว่าการชุดควบคุม T1 และยังสามารถเพิ่มปริมาณการสะสมชาตุสังกะสี และโบรอนทางใบได้มากกว่าต้นที่พ่นน้ำเปล่า

สำหรับการศึกษาการพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพความผิดปกติทางสรีรวิทยาของพิวเพลือกล้ำไย โดยเทคนิคโปรติโอมิกส์ ในโครงการย่อยที่ 2 นี้พบว่า เมื่อตรวจสอบปริมาณโปรตีน(Total soluble protein)โดยเฉลี่ยในใบคำไทยที่เกิดขึ้นในทุกกลุ่มที่ศึกษา ก่อนการติดช่อออกมีปริมาณโปรตีนลดลง แต่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังติดต่อออกจนกระทั่งระยะเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม

ปริมาณโปรตีนในใบยังไม่สามารถบ่งชี้การเกิดกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกดำเนียและการแก้ปัญหาโดยอาศัยการเติมโบรอนและสังกะสีได้ เพราะปริมาณโปรตีนที่สักด้วยไม่ได้มีความจำเพาะเฉพาะของต่อกลุ่มทดลอง จึงจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ชนิดของโปรตีนในใบด้วยวิธีเทคนิคเดียวกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการแยกโปรตีนใน 1 มิติ (1-D gel) ในสภาวะตัวอย่าง รีดิวช์ที่สภาวะเจล 12.5 % ขึ้นอยู่ด้วย Coomassie brilliant blue R-250 พบร่วมในใบมีการแสดงออกของแอบโปรตีนขนาดของการมีค่าพั่นของสังกะสี/โบรอน 22.47, 16.98, 18.02 และ 16.91 kDa ตามลำดับพบในใบที่มีอายุ 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งแอบโปรตีนกลุ่มดังกล่าวเมื่อนำไปวิเคราะห์และตรวจสอบชนิดของโปรตีนโดยใช้เทคนิค MS/MS พบร่วมเป็น vegetative storage protein (25.16 kDa) โปรตีนชนิดนี้เป็นที่สามารถพบได้ในใบของลำไยทั้ง 4 ระยะหลังการได้รับโบรอน และสังกะสี ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเกิดโรค แต่ยังไหร่ตามแอบโปรตีนของใบไม่มีความแตกต่างกันในเชิงปริมาณทั้งในกลุ่มที่ได้รับโบรอนเพียงอย่างเดียว (T2 และ T3) หรือสังกะสีเพียงอย่างเดียว (T4 และ T5) และกลุ่มที่ได้รับโบรอนร่วมกับสังกะสี (T6 และ T7) ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้การเดือดใช้ตัวบ่งชี้โปรตีนของใบอาจไม่ให้ผลที่สอดคล้องกับปริมาณการรักษาด้วยโบรอน และสังกะสี

การศึกษาโปรตีโนมิกส์ในเปลือกลำไย พบร่วม ในกระบวนการเจริญเติบโตหลังติดผล 1, 2 และ 4 เดือน พบร่วมแอบโปรตีนของเปลือกลำไยชุดควบคุม (T1) มีเปลือกสีแดงซึ่งเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาและลำไยผิวเปลือกแดง (T1) แตกต่างจากลำไยที่ได้รับโบรอนกับสังกะสี (T2-T7) มีแอบโปรตีนขนาด 20.70, 20.30 และ 21.58 kDa และโปรตีนที่ได้ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์และตรวจสอบชนิดของโปรตีนด้วยเทคนิค MS/MS พบร่วมเป็นคือ vegetative storage protein (25.16 kDa) โปรตีนชนิดนี้อาจจะใช้เป็นตัวบ่งชี้ผลการได้รับโบรอน และสังกะสีในตัวอย่างจากเปลือกผลลำไยที่ได้รับโบรอน 0.2% ร่วมกับ สังกะสี 0.2% (T7) มีปริมาณลดลงค่อนข้างชัดเจนทั้ง 3 ระยะหลังการติดช่อผล สำหรับการศึกษาด้วยเทคนิค Western blotting ยังไม่มีความชัดเจนของผลการทดลองนี้องจากประสบปัญหาเกี่ยวกับแอนติบอดีที่ใช้ ที่ต้องมีการปรับปรุงต่อไป

ส่วนการศึกษาสารเมทาโนไฮด์ที่ในใบด้วยเทคนิค เมทาโนไฮดิกส์ของโครงการย่อยที่ 3 เมื่อสังตัวอย่างไปวิเคราะห์เบื้องที่ School of Sciences, RMIT University, Bundoora ประเทศออสเตรเลีย ในทุกตัวอย่างเกิดการรบกวนการวิเคราะห์เมทาโนไฮด์อันเนื่องจากเกิดสภาพรัมของ

กลุ่มสารช่วยในการจัดผิวใบเกิดขึ้นซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ได้คาดคิดไว้ในช่วงเริ่มกระบวนการศึกษา ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้เปลี่ยนมาศึกษาสารเมทาโนบีโอลที่ไม่เปลือกของผลที่ไม่ได้รับสารดังกล่าวในการสารเมทาโนบีโอลที่แสดงออกมาในเปลือกแทน จากการวิเคราะห์สารสกัดเมทานอลจากเปลือกลำไยที่มีอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา (T1) และเปลือกลำไยที่ได้รับการเสริมชาตุโภรอนและสังกะสี ปริมาณ 0.1 % w/w (T6) ซึ่งมีผลสัณ്ഘ�性การทดสอบเด่นชัดและสอดคล้องกับผลทางด้านโปรติโอมิกส์ที่มีผลค่อนข้างดีในรักษาความผิดปกติด้วยการเสริมชาตุโภรอนและสังกะสี ปริมาณ 0.2 % w/w (T7) ด้วยเทคนิค LC-MS สามารถตรวจพบคุณลักษณะสำคัญ ทั้งสิ้น 1,436-2,051 ชนิด โดยมี 2 ชนิด คือ 6-(hydroxymethyl)-2,4(1H,3H)-pteridinedione และ  $\beta$ -aminoheptanoic acid ที่มีศักยภาพในการใช้เป็นเครื่องหมายชี้วิภาพสำหรับการบ่งชี้อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย ได้ ลำไยที่ได้รับการเสริมชาตุโภรอนและสังกะสีมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการสร้าง glucosinolate อ่ายมีน้ำย يصل สำคัญเมื่อเทียบกับลำไยแดง ทั้งนี้คาดว่าการเสริมชาตุอาหารมีผลลดลงกระบวนการสร้าง glucosinolate และลดการสะสม glucosinolate จึงไม่แสดงอาการเปลือกลำไยแดง

สำหรับโครงการย่อยที่ 4 ซึ่งเป็นการศึกษาทางสรีรวิทยาของผลที่เกิดขึ้นในระยะการทดลอง พบร่วมกันว่าการฉีดผลสังกะสีกับโภรอนมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของลำไยพันธุ์ดอน้ำหนักผล ขนาดผล ในด้านความกว้าง และความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล ค่าความสว่างสีเปลือกและสีเนื้อผล ค่าสีแดงและสีเหลืองของเนื้อผลมีค่าไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่ม T7 จะมีค่าน้ำหนักผลและขนาดผลสูงที่สุด ส่วนผลต่อคุณภาพทางเคมีของลำไยพันธุ์ดอน้ำหนักผล พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ปริมาณครบที่ไฟเกรตได้ในรูปกรดซิตริก และค่าความเป็นกรด-เบส มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อคุณภาพทางประสานสัมผัสของลำไยพันธุ์ดอน้ำหนักผล พบว่าคะแนนลักษณะปราภูภายนอก สีเนื้อรสชาติ กลิ่น ความแห้งแห่นื้อ และการยอมรับโดยรวมของกลุ่มทดสอบที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด ส่วนชุดการทดสอบอื่น ๆ มีค่าอยู่ในเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภค และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่ม T3

## บทที่ 4

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาทางสิริรัฐยาในการฉีดพ่นชาตุสังกะสี และโบรอนกับลำไยที่แสดงอาการผิดปกติทางพิวเปลือกลำไย ในโครงการย่อยที่ 1 สรุปได้ว่าการฉีดพ่นชาตุสังกะสี และโบรอน ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า การพ่นชาตุสังกะสีและโบรอนทางใบทุกความเข้มข้นสามารถทำให้ลำไยมีการติดผลสะสมเหลือต่อช่องมากขึ้นและมีการร่วงของผลลดลงน้อยกว่าการฉีดพ่นน้ำเปล่าอย่างเดียว ผลลำไยน้ำหนักผลและน้ำหนักเนื้อ และส่วนที่รับประทานได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น และไม่แสดงอาการพิวสีแดงและมีการสะสมชาตุสังกะสี และโบรอนทางใบได้มากกว่าต้นที่พ่นน้ำเปล่า/ต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่น

สำหรับการศึกษาการพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพความคงทนของพิษปริมาณของพิวเปลือกลำไย โดยเทคนิคโปรติโอมิกส์ ในโครงการย่อยที่ 2 นี้สรุปได้ว่าในใบมีการแสดงออกของแคนโปรตีนของใบขนาด 22.47, 16.98, 18.02 และ 16.91 kDa ตามลำดับที่ปรากฏในใบที่มีอายุ 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์หลังฉีดพ่นสาร ตามลำดับ ซึ่งแคนโปรตีนคุณดังกล่าวเมื่อนำไปวิเคราะห์และตรวจสอบชนิดของโปรตีนโดยใช้เทคนิค MS/MS ผลปรากฏว่าเป็นโปรตีนชื่อว่า vegetative storage protein (25.16 kDa) ซึ่งแสดงออกในใบของลำไยทั้ง 4 ระยะหลังการได้รับโบรอน และสังกะสี ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเกิดโรค ซึ่งตัวบ่งชี้โปรตีนของใบอาจไม่ให้ผลที่สอดคล้องกับปริมาณการรักษาด้วยโบรอน และสังกะสี

การศึกษาโปรติโอมิกส์ในเปลือกลำไย ของผลลำไยอายุ 1, 2 และ 4 เดือนหลังติดผล ลำไยพิวเปลือกแดง (T1) มีแคนโปรตีนที่แตกต่างจากลำไยที่ได้รับโบรอนกับสังกะสี (T2-T7) คือแคนโปรตีนขนาด 20.70, 20.30 และ 21.58 kDa ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์และตรวจสอบชนิดของโปรตีนด้วยเทคนิค MS/MS พบว่าเป็นโปรตีนชื่อว่า vegetative storage protein (25.16 kDa) ซึ่งไปกว่านั้นโปรตีนชนิดนี้อาจจะบ่งชี้ผลการได้รับโบรอน และสังกะสีในระยะที่ได้รับการรักษาโดยเฉพาะการได้รับ โบรอน 0.2% ร่วมกับ สังกะสี 0.2% (T7) ซึ่งให้ลดลงผลค่อนข้างชัดเจนทั้ง 3 ระยะหลังการติดช่องผล สำหรับการศึกษาด้วยเทคนิค Western blotting ยังไม่มีความชัดเจนของผลการทดลองเนื่องจากประสบปัญหาเกี่ยวกับแอนติบอดีที่ใช้ จึงควรมีการปรับปรุงต่อไป

ส่วนการศึกษาในใบด้วยเทคนิค เมทานอลมิกส์โครงการย่อยที่ 3 สรุปได้ว่า ในทุกตัวอย่างของใบเกิดการรับกระบวนการวิเคราะห์เมทานอลทั้งนี้องจากเกิดสเปคตัมของกลุ่มสารช่วยในการจัดผิวใบเกิดขึ้นซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ได้คาดคิดไว้ในช่วงเริ่มกระบวนการศึกษา ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเปลือกของผลที่ไม่มีผลการใช้สารดังกล่าวในการทำสารเมทาโนïลที่แสดงออกมาในเปลือกแทน จากการวิเคราะห์สารสกัดเมทานอลจากเปลือกลำไยที่มีอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา (T1) และเปลือกลำไยที่ได้รับการเสริมชาตุโบราณและสังกะสี ปริมาณ 0.1 % w/w (T6) ซึ่งมีผลสัญญาณการทดสอบเด่นชัดและสอดคล้องกับผลทางด้านโปรดิโอมิกส์ที่มีผลค่อนข้างดีในรักษาความผิดปกติ ด้วยการเสริมชาตุโบราณและสังกะสี ปริมาณ 0.2 % w/w (T7) ด้วยเทคนิค LC-MS สามารถตรวจพบคุณลักษณะสำคัญ (feature) ทั้งสิ้น 1,436-2,051 ชนิด โดยมี 2 feature คือ 6-(Hydroxymethyl)-2,4(1H,3H)-pteridinedione และ  $\beta$ -aminoheptanoic acid ที่มีศักยภาพเพื่อใช้เป็นเครื่องหมายชีวภาพสำหรับการบ่งชี้อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (ลำไยแดง) ได้ ลำไยที่ได้รับการเสริมชาตุโบราณและสังกะสีมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการสร้าง glucosinolate อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับลำไยแดง ทั้งนี้คาดว่าการเสริมชาตุอาหารมีผลช่วยลดกระบวนการสร้าง glucosinolate และลดการสะสม glucosinolate จึงไม่แสดงอาการเปลือกลำไยแดง สำหรับโครงการย่อยที่ 4 สรุปได้ว่าผลของชาตุสังกะสีกับโบราณต่อคุณภาพทางกายภาพของลำไยพันธุ์ดอ พบว่า น้ำหนักผล ขนาดผล ในด้านความกว้าง และความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล ค่าความสว่างสีเปลือกและสีเนื้อผล ค่าสีแดงและสีเหลืองของเนื้อผลมีค่าไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มทดสอบที่ 7 จะมีค่าน้ำหนักผลและขนาดผลสูงที่สุด ส่วนผลของชาตุสังกะสีกับโบราณทุกชุดการทดสอบต่อคุณภาพทางเคมีของลำไยพันธุ์ดอ พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไนเตรตได้ในรูปกรดซิตริก และค่าความเป็นกรด-เบส มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับผลของชาตุสังกะสีกับโบราณต่อคุณภาพทางประสาทสัมพัทธของลำไยพันธุ์ดอ พบว่ามีค่าการทดสอบประสาทสัมพัสด คือค่าลักษณะปราภูภายนอก สีเนื้อ รสชาติ กลิ่น ความแน่นเนื้อ และการยอมรับโดยรวมของกลุ่มทดสอบที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด ส่วนชุดการทดสอบอื่น ๆ มีค่าสูงอยู่ในเกณฑ์ การยอมรับของผู้บริโภค โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## เอกสารอ้างอิง

Gibthai. (2560). Western Blot. สืบค้นจากเว็บ [http://www.gibthai.com/service/note\\_detail/18](http://www.gibthai.com/service/note_detail/18) (20 กันยายน 2560).

Kaya, C., Higgs, D. and Burton, A. Foliar application of iron as a remedy for zinc toxic tomato plants. Journal of Plant Nutrition. 1999; 22:1829-1837.

Kuo, C.Y. and Yeh, D.M. Effects of Boric Acid Concentration and Shading on Growth, Leaf Physiology, and Anatomy of Guzmania. HortScience. 2006; 41(3):618-621.

Li Y, Liu X and Zhuang W. 2001. The Effect of Magnesium Deficiency on Photosynthesis of Longan (*Dimocarpus longana* Lour.) Seedlings. ACTA HORTICULTURAE SINICA. 28(2):101-106.

Roygrong, S. 2009. Role of Boron and Zinc in Growth and Flowering of Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) Ph.D Thesis, Institute of Plant Nutrition Rhizosphere and Fertilization Universität Hohenheim, Germany. 108 p.

Winai Wiriya-Alongkorn, Wolfram Spreer, Somchai Ongprasert, Klaus Spohrer, Joachim Müller: Influence of Water Supply on CO<sub>2</sub> Concentration in the Rootzone of Split-Root Potted Longan Trees. ICIRA (2) 2016: 346-356.

เกศิณี ระมิงค์วงศ์. 2546. การจำแนกไม้ผล. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 417n.

เชาวลิต กองแก้ว. การศึกษากระบวนการสกัดโปรตีนจากใบลำไยสายพันธุ์ดอเพื่อการวิเคราะห์ด้าน ปรติโอมิกส์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้; เชียงใหม่. 2557.

เบจวรรณ เหรียญทอง. การศึกษากระบวนการสกัดโปรตีนจากใบลำไยสายพันธุ์ดอเพื่อการวิเคราะห์ ด้านโปรติโอมิกส์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้; เชียงใหม่. 2559.

เอกวิทย์ ตรีเนตร, วินัย วิริยะอลงกรณ์, อัจฉรา แกล้วกถ้า และ อดิศักดิ์ ภูมวงศ์. 2560. รายงานการ วิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการประเมินตัวบ่งชี้โปรตีนสำหรับการระบุกลุ่มอาการความ ผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลลำไย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.).

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

**ขนิชรูํา ชำนาญ.** การศึกษากระบวนการสกัดโปรตีนจากเมล็ดคำ้ไยสายพันธุ์ดอเพื่อการวิเคราะห์ต้านโพรติโอมิกซ์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้; เชียงใหม่. 2558.

**ธีระพัชร์ ศิลปสมบูรณ์.** 2550. ผลของโพแทสเซียมคลอเรตต่อการเปลี่ยนแปลงโปรตีนของใบคำ้ไย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชสวน). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

**ปฐุม มนีนิตย์.** 2535. การศึกษาการแตกใบอ่อนและการออกดอกของคำ้ไยพันธุ์ใบคำ้. เชียงใหม่: ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

**พาวิน มะโนชัย, วินิทร์ สุทนต์ และ สุพัตรา สารธรรม.** 2549. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการศึกษาวิธีการขันยั้งการออกดอกของคำ้ไยในฤดูกาลปกติ. สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกอ.).

**พาวิน มะโนชัย, วินิทร์ สุทนต์ วินัย วิยะอลงกรณ์, เอกสันต์ อุสสาหานันท์ และ นพด จรัสสัมฤทธิ์.** 2542. รายงานสรุปข้อมูลวิชาการ สถานภาพ ผลกระทบของการใช้กลุ่มคลอเรตในคำ้ไยและข้อเสนอแนะ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

**พาวิน มะโนชัย.** 2541. ทำอย่างไรเมื่อลินจี้แตกใบอ่อนก่อนออกดอก. วารสารส่งเสริมและพัฒนา. 10(2): 14-17.

**ยุทธนา เข้าสุเมรุ ชิติ ศรีตันพิพย์ และสันติ ช่างเจรจา.** 2544. สภาพอากาศอาหารในเดือนและใบคำ้ไยที่แสดงอาการต้นโกร姆และต้นปกติในภาคเหนือของประเทศไทย. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 1. จัดประชุมโดย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. ระหว่าง วันที่ 11-13 กรกฎาคม 2544 ณ. โรงแรมมิราเคิลแกรนด์. กรุงเทพฯ.

**สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.** (2558). สถิติการนำเข้าส่งออกสินค้าที่สำคัญ. สืบค้นจากเว็บ [http://www.oae.go.th/oae\\_report/export\\_import/export\\_result.php](http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php) (20 มกราคม 2558).

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2557. ปัญหาลำไยผลแตก. สืบค้นจาก  
เว็บ <http://research.rae.mju.ac.th/raebase/index.php/knowledge/2010/130-fruit-cracking>.  
วันที่ 5 สิงหาคม 2557.

อนงก อุปรัตน์. 2539. อิทธิพลของปุ๋ยในโตรเรนต์การผลิตและการออกดอกลำไย. เชียงใหม่:  
ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 27 หน้า.

## ภาคพนวก



ภาพภาคพนวกที่ 1 อาการผิวเปลือกสีแดง ที่พันเห็นได้ทั่วไปของทุกๆ ปี



ภาพภาคพนวกที่ 2 ต้นลำไยที่ใช้ในการทดสอบที่มีการติดผลค่อนข้างปานกลาง 50-60 ผล

## ภาคพนวก (ต่อ)



ภาพภาคพนวกที่ 3 ต้นลำไยที่พ่นน้ำเปล่า



ภาพภาคพนวกที่ 4 ต้นลำไยที่พ่นชาตุ่บรองความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์

## ภาคพนวก (ต่อ)



ภาพภาคพนวกที่ 5 ต้นลำไยที่พ่นชาตุโดยรอนความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์



ภาพภาคพนวกที่ 6 ต้นลำไยที่พ่นชาตุสังกะสีความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์

### ภาคพนวก (ต่อ)



ภาพภาคพนวกที่ 7 ต้นลำไยที่พ่นชาตุสังกะสีความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์

### ภาคพนวก (ต่อ)



ภาพภาคพนวกที่ 8 ต้นลำไยที่พ่นชาตุบอรอน + สังกะสี 0.1 เปอร์เซ็นต์

## ภาคพนวก (ต่อ)



ภาพภาคพนวกที่ 9 ต้นลำไยที่พ่นชาตุโบราณ + สังกะสี 0.2 เปอร์เซ็นต์



ภาพภาคพนวกที่ 10 ต้นลำไยที่พ่นน้ำเปล่า (ต้นควบคุม) ผลจะมีอาการผิวเปลือกสีแดงค่อนข้างมาก และมีการแตกของผลในระยะสุดท้าย (ระยะสร้างเนื้อ)

### ภาคพนวก (ต่อ)



ภาพภาคพนวกที่ 11 ศันลำไยที่ได้รับมาตรฐานและสังกะสีความเข้มข้นต่าง ๆ จะมีลักษณะเปลือกเป็นสีเขียว  
ออกเหลือง ไม่พบอาการผลแตกหรือผิวสีแดง

## ภาคผนวก (ต่อ)



ภาคผนวกที่ 12 การเผยแพร่ความรู้ทางสถานีวิทยุกระจายเสียงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ม.ก.) ในวันพฤหัสบดีที่ 16 กรกฎาคม 2563 หัวข้อการวิจัยใช้ชาติโบราณและสังกะสีต่อสำหรับชุดอ

## ภาคพนวก (ต่อ)

**ข้อควรปฏิบัติ**

ลักษณะของ พืชอาหารของโรคลำไยเด็ก  
ภายในสาน ให้ยกหัวที่เกิดในระดับยอดอ่อน  
หรือ 2 เดือนหลังการตัด梢 ให้รับผลิตปีกอย่าง  
ดังกล่าวค่า ตามความไวอีป้องกันการเกิดโรคและแนว  
ทางการแก้ไข หรือสามารถปรับภัยเพิ่มงานวิจัย  
ด้านล่างในเมืองของมหาวิทยาลัยเมืองโภได้

**บริษัทเพลเมเนจเม้นท์**

ผู้ขายคุณราชาวดี อ. วันชัย วิจิตรทองเรณ  
กอบกุ่นสักครรภ์ภารกุ่นหัว หมาก ลีบวนเมือง  
โทร. 09 1636 4456





ลักษณะเด่นสำคัญที่ทำให้เกิดโรคระบาด

มะดื่นไข่พิษของภารกุ่น

มะดื่นไข่พิษของภารกุ่น



กลุ่มอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผล  
**“โรคลำไยแดง”**



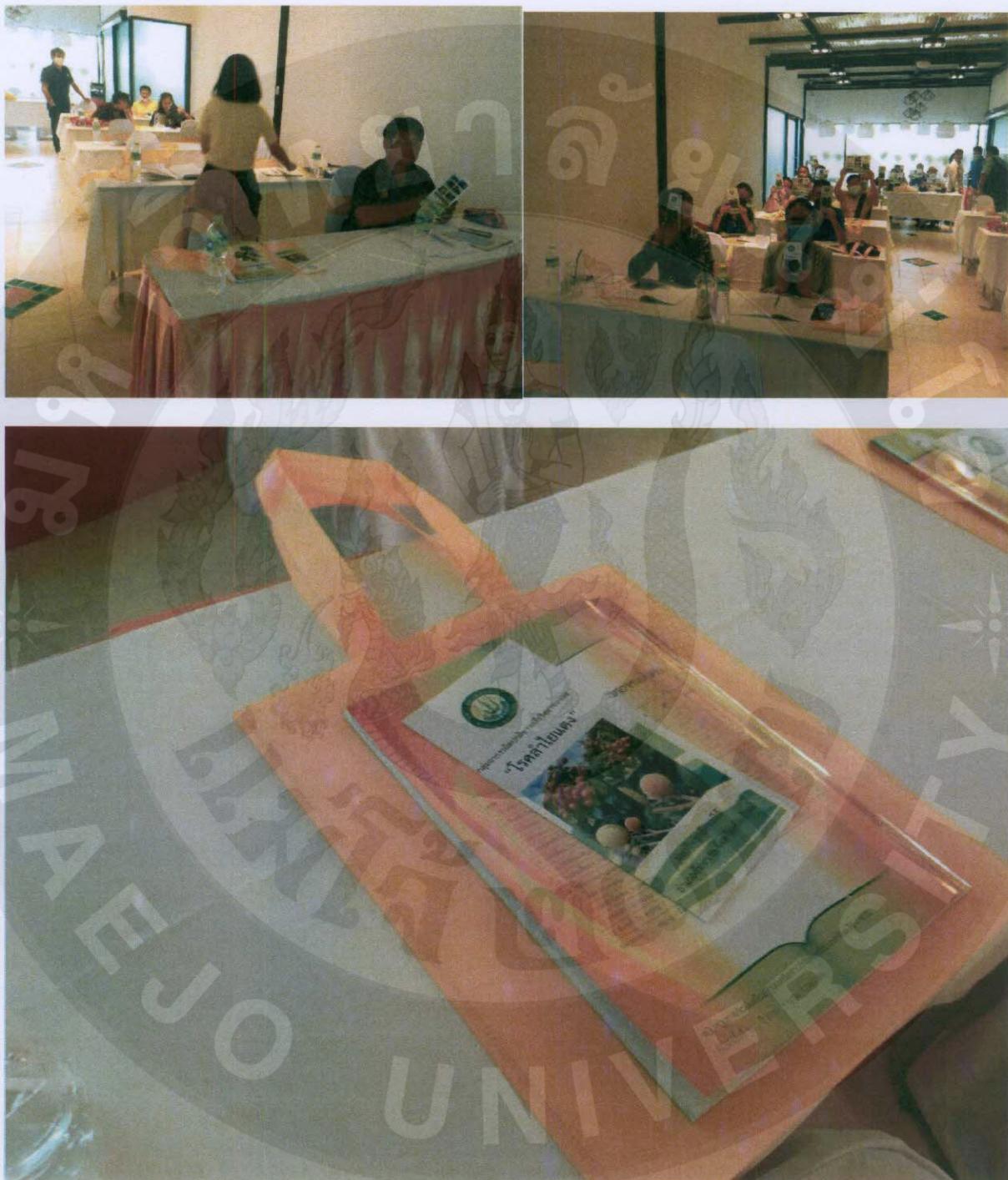
**ทีมงานวิจัยด้านโรคลำไยแดง**

ดร. เอกวิทย์ ศรีนธร พศ.ดร. อธิราชเดชกุล  
ภาฯ สาขาวิชางา สาขาวิชาน้ำดื่มและน้ำอุ่นดื่ม  
พศ.ดร. อธิชาต ชุมวาน  
ศ.ดร. นพดล ใจดี ศ.ดร. วิริยะภรณ์ ใจดี  
ศ.ดร. วิริยะภรณ์ ใจดี ศ.ดร. วิริยะภรณ์ ใจดี  
ศ.ดร. วิริยะภรณ์ ใจดี ศ.ดร. วิริยะภรณ์ ใจดี  
นางสาวอรุณรัตน์ จันทร์กานต์  
อาจารย์เชี่ยวชาญ อาจารย์เชี่ยวชาญ

**มหาวิทยาลัยแม่โจ้**  
**อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่**

ภาพภาคพนวกที่ 13 เอกสารเผยแพร่ความรู้ โรคลำไยแดง

### ภาคผนวก (ต่อ)



ภาพภาคผนวกที่ 14 การเผยแพร่ในการให้ความรู้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลำไย กรกฎาคม 2563

ภาคผนวก (๓)

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1

การศึกษาภูมิความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผู้เป็นกล้ามัยในใบและเปลือกหางได้รับสังกะสีและใบอนุ โดยเทคนิคป्रอติโอลิมิกส์ และเมหะใบโอลิมิกส์

# STUDY OF THE PHYSIOLOGICAL DISORDER SYNDROMES OF LONGAN PEEL SKIN IN LEAVES AND PEELS AFTER ZINC AND BORON TREATMENTS BY PROTEOMIC AND METABOLOMIC TECHNIQUES

**ปิยะรัช คลุงตัน<sup>1,\*</sup>**, เอกวิทย์ ทีรเม็นคร<sup>1</sup>, อัจฉรา แก้วลักษณ<sup>1</sup>, วินัย วิริยะlongกอร์น<sup>2</sup>, อดิศักดิ์ จูมวงษ์<sup>3</sup> และ สิริวัฒน์ บุญเข็ปศรี<sup>4</sup>  
**Piyarat Klungtuan<sup>1,\*</sup>**, Ekawit Threenet<sup>1</sup>, Achara Kleawkla<sup>1</sup>, Winai Wiriyaalongkorn<sup>2</sup>, Adisak Joomwong<sup>3</sup> and Siriwat Boonchaisri<sup>4</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

<sup>2</sup> หลักสูตรสาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

<sup>3</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

<sup>4</sup> สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000 ประเทศไทย

\* ผู้พิพากษาคดีอาชญากรรม: ปิยะรัช คลังธรรม อีเมล: tuan10124059@gmail.com

๑๗๘

คำสำคัญ : ลำไย โปรตีน การเจริญเติบโต บรรลุน สังกะสี เปลือก เมพาโนโลมิกส์

ภาคผนวกที่ 15 เอกสารการเผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1 ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563  
(ผลงานชิ้นที่ 1)

## ภาคผนวก (ต่อ)

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1

**การพัฒนาวิธีการตรวจส่องกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีริเวชของผิวเปลือกลำไยหลังได้รับสังกะสีและบอร์น โดยเทคนิคโปรติโอลิมิกส์**

**DEVELOPMENT OF DETECTION METHODS FOR PHYSIOLOGICAL DISORDER SYNDROMES OF LONGAN PEEL SKIN AFTER Zn AND B TREATMENTS BY PROTEOMICS THECHNIQUE**

wareethada khamwongpin<sup>1\*</sup>, ekawit threenet<sup>1</sup>, siriwat boonchaisri<sup>4</sup>, achara kleawkla<sup>1</sup>, adisak joomwong<sup>3</sup> and winai wiriyaalalongkorn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

<sup>2</sup> สาขาวิชาพิชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

<sup>3</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา 56000 ประเทศไทย

<sup>4</sup> สาขาวิชารักษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา 56000 ประเทศไทย

\* ผู้นำฝ่ายประสานงาน: วีระดา คำวงศ์ปิน อีเมล: [dwaw@sci.su.ac.th](mailto:dwaw@sci.su.ac.th)

### บทคัดย่อ:

การวิเคราะห์ทางเดินปัสสาวะโดยวิธีการตรวจส่องกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีริเวชของผิวเปลือกลำไยหลังได้รับสังกะสี และบอร์น ที่ความเข้มข้น 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.1% Zn (T3), 0.1% B + 0.1% Zn (T4), 0.2% B (T5), 0.2% Zn (T6) และ 0.2% B + 0.2% Zn (T7) ในระยะการเริ่มต้นติดเชื้อต่อม 1, 2 และ 4 (เดือน ตามลำดับ) โดยพบว่าลักษณะทางกายภาพ (ความถ้วง ความกว้าง และน้ำหนัก) ของผลลำไยในทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันตลอด 4 เดือน ส่วนการศึกษาถ้าเปรียบเทียบกับตัวอย่างวิธีการที่ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ได้รับบอร์นและสังกะสี (T2-T7) กับกลุ่มที่ติดเชื้อติดต่อทางน้ำดื่มน้ำอุ่น 1 มลต. (1-D) ซึ่งต้องใช้ปริมาณ 10 มลต. หลังจากบรรยายการคืนอัพในสภาวะรีฟิลเตอร์ ที่ลด 12.5 % โดยย้อมด้วย Coomassie brilliant blue G-250 พนักงานมีการแสดงออกของ蛋白ีต์เด็นเซิน 20.83 kDa ในกลุ่มที่ได้รับสารบอร์น และตัวตัว (T7) มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีริเวชของผิวเปลือกลำไย (T1) ลดลง 4 เดือนหลังการติดเชื้อต่อม ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าสีเอช (a\*) ของเปลือกลำไย อย่างไรก็ตามมีการยืนยันตัวตนโดยเทคนิคแบบสเปกตรอยามาตร์ และเทคนิคเบรลเล่เกอร์ บล็อกท์ที่ในเวลาต่อไป

คำสำคัญ : ผิวเปลือกลำไย ไปรษณีย์ เครื่องตรวจติดเชื้อ บอร์น สังกะสี และอินทรีย์ฟาร์มิเชียล

ภาคผนวกที่ 16 เอกสารการเผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1 ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563  
(ผลงานชิ้นที่ 2)

## ภาคผนวก (ต่อ)

PA-8

ผลของธาตุบอรอนและสังกะสีต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลลัพธ์ดือ<sup>1</sup>  
Effect of Boron and Zinc on Physical and Chemical Quality of Longan  
(*Dimocarpus longan*) cv. E-Daw Fruit

อดิศักดิ์ จูมวงศ์<sup>1\*</sup>, เอกวิท ศรีเนตร<sup>2</sup>, อัจฉรา แก้วก้าว<sup>3</sup>, จินตนา จูมวงศ์<sup>4</sup>, วินัย วิริยะอ่องกอร์<sup>5</sup> และปาริชาติ เพ็ญอุณหะ<sup>6</sup>  
Adisak Joomwong<sup>1\*</sup>, Ekavit Threenet<sup>2</sup>, Achara Kleawka<sup>3</sup>, Jintana Joomwong<sup>4</sup>,  
Winai Wiriya-alongkorn<sup>5</sup> and Parichat Theanjumpol<sup>6</sup>

### Abstract

The effects of Boron and zinc on physical and chemical qualities of "E-daw" logan were examined in this study. Thirty-five logan trees were selected from a logan orchard located in Mae Theang district, Chiang Mai province, Thailand. Those trees were classified equally into seven groups (five trees per each group). While Group 1 was indicated as a control group, the logan trees in Group 2 and 3 were treated with 0.1 % and 0.2 % (w/w) Boron solutions; those in Group 4 and 5 were treated with 0.1 % and 0.2 % (w/w) zinc solutions. The mixture of boron and zinc with the concentrations of 0.1 % and 0.2 % (w/w) were provided to the trees in Group 6 and 7. The nutrient solutions were provided to the trees every week since the stage of initial fruit set until the harvest period. The physical and chemical properties of logan were analyzed when the fruits were 120 day-olds. The results from this study shows that, among the sample groups, the fruits from the logan trees that were treated with 0.2 % mixture of boron and zinc (Group 7) had the maximum weight (12.2 g), size (the average width, length, and diameter of the fruit were 2.62, 2.40 and 2.40 cm, respectively); on the other hand, the samples in Group 3 had the highest red color (a\*) of peel with the value of 11.26. The differences of the values of the lightness (L\*) of peel and flesh, total soluble solid (TSS), titratable acidity (citric) and pH among the sample groups were not significant which the values of the lightness (L\*) of peel and flesh ranged from 50.79 to 52.98, and 35.88 to 38.92, respectively; the values of TSS ranged from 20.01 to 20.44 % Brix; the value of titratable acidity (citric) ranged from 1.08 to 1.49 g per 100g and the values of pH ranged from 6.62 to 6.73.

Keywords: Longan, Physical qualities, Chemical qualities

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของธาตุบอรอนและสังกะสีต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมีของลัพธ์ดือ โดยเลือกต้นลิ้นจี่ที่มีอายุ 5 ปีจากสวนเกษตรกรอำเภอแม่เตา จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 35 ต้น คือ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ได้รับสารละลายน้ำบอรอนความเข้มข้น 0.1% และ 0.2% (w/w) กลุ่มทดลองที่ 4 และ 5 ได้รับสารละลายน้ำสังกะสีความเข้มข้น 0.1% และ 0.2% (w/w) กลุ่มทดลองที่ 6 และ 7 ได้รับสารละลายน้ำบอรอนและสังกะสีความเข้มข้น 0.1% (w/w) กลุ่มทดลองที่ 7 ได้รับสารละลายน้ำบอรอนและสังกะสีความเข้มข้น 0.2% (w/w) ทำการพ่นสารละลายน้ำบอรอนและสังกะสีความเข้มข้น 0.1% (w/w) กลุ่มทดลองที่ 7 ทุกสัปดาห์ ตั้งแต่ต้นผลลัพธ์ดือเป็นต้นไปจนกว่าจะหมดผล จนถึงระยะเก็บเกี่ยว เก็บผลลัพธ์ดือ 120 วันหลังติดผลมาประมาณ 1 เดือน ทำการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองที่ 7 มีค่าน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงที่สุด คือ 12.21 กรัม 3.20 2.74 และ 2.62 ซม. ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผลต่ำที่สุด คือ 9.20 กรัม 2.62 2.40 และ 2.40 ซม. ตามลำดับ ค่าสีแดงของเปลือกกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าสูงสุด คือ 11.60 ด้านค่าความสว่างของสีเป็นสีเหลือง (50.79-52.98) และสีเขียวอ่อน (35.88-38.92) บริมาณของเมล็ดตั้งทั้งหมดได้ในน้ำ (20.01-20.44 %Brix) ปริมาณกรดซีตริก (1.08-1.49 g/100g) และค่าความเป็นกรด-เบส (6.62-6.73) ของทุกกลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสำคัญ: ลัพธ์, คุณภาพทางกายภาพ, คุณภาพทางเคมี

<sup>1</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

<sup>2</sup> ภาควิชานิเทศน์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

<sup>3</sup> ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

<sup>4</sup> ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

<sup>5</sup> ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีเพื่อการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

<sup>6</sup> Division of Biotechnology, Faculty of Science, Maejo University Chiang Mai 50290 Thailand

<sup>7</sup> Division of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University Chiang Mai 50290 Thailand

<sup>8</sup> Division of Mathematics, Faculty of Science, Maejo University Chiang Mai 50290 Thailand

<sup>9</sup> Division of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University Chiang Mai 50290 Thailand

<sup>\*</sup> Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200 Thailand

ภาพภาคผนวกที่ 17 เอกสารการเผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ คณะ

เกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในวันที่ 29-

30 กรกฎาคม 2563