

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาลำไย
2. โครงการวิจัย : พัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยเพื่อการส่งออก
  - กิจกรรมที่ 2 : การหาสารและวิธีการเพื่อทดแทนสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์
  - กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลองที่ 2.1 : การใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ทดแทนการรมควันด้วย SO<sub>2</sub>
  - ชื่อการทดลองที่ 2.1 : The Application of Sodium Metabisulfite (SMS) mixed with Hydrochloric Acid (HCl) to Replace Fumigated with SO<sub>2</sub> for Fresh Longan
4. คณะผู้ดำเนินงาน
  - หัวหน้าการทดลอง : นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ ศวศ.ชม.
  - ผู้ร่วมงาน : นายวิทยา อภัย สวพ.1
  - สมเพชร เจริญสุข สวพ.1
  - นายเกรียงศักดิ์ นักผูก ศวศ.ชม.
  - นายสนอง อมฤกษ์ ศวศ.ชม.
  - นายชัยวัฒน์ เผ่าสันทัตพาณิชย์ ศวศ.ชม.

### 5. บทคัดย่อ

การพัฒนาเทคโนโลยีการลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ในลำไยเพื่อการส่งออก โดยการใช้สารทดแทนของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ในการแช่ลำไยทดแทนการรมควันด้วย SO<sub>2</sub> เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะใช้เตรียมไว้ใช้ทดแทนหากมีมาตรการกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้า มีขั้นตอนการทดสอบผสมสารทดแทน เพื่อความสะอาดของผู้ปฏิบัติการให้มีความปลอดภัย จึงดำเนินการลดความเข้มข้นของสารผสม HCl+SMS ก่อนที่จะใช้ในการแช่ลำไย ด้วยวิธีการ

เจือจางกับน้ำเปล่าในตู้ดูดไอระเหย จากนั้นทดสอบการใช้สารทดแทนแช่ลำไย พบว่า การใช้สาร HCl 5%+ SMS 1% แช่ผลลำไยสดนาน 5 นาที สามารถช่วยยืดอายุผลลำไยได้ดีที่สุด มีคุณภาพผลดี ได้แก่ ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอก-ด้านใน และสีเนื้อ และการยอมรับของผู้บริโภคคุณภาพโดยรวมไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับการรมควันด้วย SO<sub>2</sub> รวมถึงการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อไม่เกินค่าตกค้างเกินมาตรฐาน EU (10 ppm) และการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งผลต่ำกว่า 50 ppm (Codex) แล้วจึงดำเนินการทดสอบแช่ลำไยเพื่อส่งออกต่างประเทศร่วมกับผู้ประกอบการและมีการสุ่มวัดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่า การตกค้างของ สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อ 2.52 ppm ซึ่งไม่เกินค่าตกค้างเกินมาตรฐาน EU (10 ppm) การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือก 381.23 ppm ซึ่งต่ำกว่าวิธีการรมควันด้วย SO<sub>2</sub> (1000-2200 ppm) และการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งผล 43.46 ppm ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 50 ppm (Codex) ในส่วนผู้ประกอบการมีความพอใจ ในเรื่องคุณภาพสีผิวเปลือกด้านนอกที่ไม่แตกต่างกับวิธีการรม SO<sub>2</sub>

**คำสำคัญ:** ลำไย; โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์; กรดเกลือ; ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

### **Abstract**

Technological development to reduce sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) residue in fresh longan for export by using sodium metabisulphite (SMS) mixed in hydrochloric acid (HCl) for dipping of longan in order to replace fumigated with SO<sub>2</sub> for consumer safety was carried out. It could be used as an option to use if trade barriers will be imposed by trade partners. The mixed reagent test procedure for the convenience of the operator to be safe by reducing the concentration of HCl + SMS before use with dilution of water in the vaporizer was studied. The results showed that the use of HCl 5% + SMS 1% dipped longan for 5 minutes could help extend shelf life of longan. It helped slow down the browning of the fruit pericarp and color of fruit pulp. Consumer acceptance, overall quality was not significantly different from fumigated with SO<sub>2</sub> The sulfur dioxide residue in the pulp from this treatment did not exceed a value beyond the standard EU (10 ppm) and sulfur dioxide residue in whole fruit was lower than 50 ppm (Codex). Then the testing of longan dipped for export to foreign countries and measurement of sulfur dioxide residue was studied. The results showed that the sulfur dioxide residue in the pulp prior to export was 2.52 ppm which did not exceed a value beyond the standard EU (10 ppm). While sulfur dioxide residue in pericarp was 381.23 ppm lower than that of fumigated with SO<sub>2</sub> (1,000-2,200 ppm) and sulfur dioxide residue in whole fruit was 43.46 ppm, which was lower than 50 ppm (Codex). The operators'

acceptance was satisfied that in terms of skin color, the outer pericarp acceptance was not different from the fruit fumigated with  $\text{SO}_2$ .

**Keywords:** Longan fresh; Sodium metabisulphite (SMS) ; Hydrochloric acid (HCl); Sulfur dioxide ( $\text{SO}_2$ )

## 6. คำนำ

ลำไยพันธุ์อีดอเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย โดยผลิตเพื่อการส่งออกถึง 70% การผลิตลำไยผลิตได้ทั้งนอกฤดูและในฤดู ปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวลำไย คือ อายุการเก็บรักษาสั้น ได้แก่ การเปลี่ยนสีผิวเป็นสีน้ำตาลภายใน 2-3 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและภายใน 5-7 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า  $7^\circ\text{C}$  จากนั้นเกิดการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์เมื่อเก็บรักษานานๆ (Jiang *et al.*, 2001) การรมควันด้วยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 7 วันที่อุณหภูมิห้องและนาน 45-60 วันเมื่อเก็บรักษาที่  $2-5^\circ\text{C}$  ช่วยเพิ่มปริมาณการส่งออกลำไยได้มากหลายเท่าตัว (Tongdee, 1994) แต่การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยส่งออกกลายเป็นมาตรการกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้า และเมื่อรายงานถึงความเป็นพิษต่อผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ทำให้การศึกษาเทคโนโลยีทดแทนเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการ

มีการศึกษาการแช่เกลือซัลไฟต์หลายชนิดที่นิยมที่สุด คือ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (sodium metabisulfite, SMS) โดย พรวิสาข์ บุญยงค์ (2544) ได้ทำการนำลำไยมาแช่ในสารละลาย SMS เข้มข้น 7.5 % และพ่นต่อด้วยสาร allyl isothiocyanate ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ในน้ำมันหอมระเหยจากมัสตาร์ดหลายความเข้มข้น พบว่าสาร allyl isothiocyanate ทุกความเข้มข้น ไม่สามารถช่วยชะลอการเน่าเสียและไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารละลาย SMS ในการยับยั้งการเกิดโรคในผลลำไยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง แต่มีผลทำให้ปริมาณสารซัลไฟต์ที่ตกค้างในเปลือกของผลลำไยลดลงเร็วกว่าการใช้สารละลาย SMS เพียงอย่างเดียว หลังจากนั้นมีการนำการแช่สารนี้ไปต่อยอด เช่น การผสม SMS+oxalic acid พบว่ากรดออกซาลิกไปลดพีเอชสารละลายให้ต่ำลงทำให้เกลือซัลไฟต์ซึมเข้าเปลือกผลให้ดีขึ้นเนื่องจากสารซัลเฟอร์ละลายออกมามากขึ้นในสภาพเป็นกรดสูง หรือการศึกษาสาร SMS ในลำไยประเทศเวียดนามที่ทดแทนการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ข้อดี คือ ทำได้ง่ายรวดเร็วสีเปลือกเหลืองนวลสวย ความ

เข้มข้นที่ใช้ SMS 7.5% สูงกว่าวิธีการรมควันมาก แต่มีข้อเสีย คือ ผลลำไยเปียกน้ำทำให้เชื้อราเข้าทำลายได้ง่าย

Jiang *et al.* (1997) ได้ศึกษาการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่หลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารละลาย SMS และ HCl โดยนำผลลิ้นจี่มาแช่ในสารละลาย SMS ความเข้มข้น 1 % ตามด้วยแช่ใน HCl ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ แล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การแช่ใน HCl ความเข้มข้น 5 % นาน 8 นาที สามารถรักษาสีแดงของเปลือก และคุณภาพของผลลิ้นจี่ได้ดีที่สุด และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มี  $SO_2$  ตกค้างที่เปลือกและเนื้อ 46 และ 4.2 ppm ตามลำดับ

วิทยา และคณะ (2557) พบว่า ผลลำไยที่เปียกชื้นจากน้ำฝนหรือหมอกหนาวควรแช่ HCl 1 %ผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) 5% นาน 5 นาที พบว่า การตกค้างของ  $SO_2$  ในเนื้อผลต่ำกว่าการรมก๊าซ  $SO_2$  ปกติ ผู้ประกอบการยอมรับคุณภาพผลและสามารถนำไปใช้ส่งออกประเทศจีนได้ การวิจัยเพิ่มเติม โดยจะศึกษาปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่าง SMS กับ HCl โดยศึกษาความเข้มข้นเพิ่มเติมเพื่อลดการตกค้างในเปลือกให้ต่ำกว่า 300 ppm (วิธีการรม  $SO_2$  พบค่า 1000-2200 ppm) โดยคุณภาพผลไม่แตกต่างกัน หากทำได้จะลดโอกาสสาร  $SO_2$  จะซึมเข้าไปในเนื้อผลเพิ่มเติมได้ และวิจัยการนำไปใช้ให้ปลอดภัยทั้งผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาและพัฒนาการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ทดแทนการรมควันด้วย  $SO_2$  เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค เพิ่มปริมาณการส่งออกให้มากขึ้นในอนาคต และเป็นอีกทางเลือกที่จะรองรับหากมีมาตรการกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้า

## 7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์และสารเคมี ได้แก่ เครื่องแช่ความจุ 1,200 ลิตร (วิทยาและคณะ, 2557) ฝาครอบและหอบำบัดก๊าซ, กรดเกลือ (HCl), โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ได้แก่ HCl 5%+SMS 1% และ/หรือSMS 6% อุปกรณ์ดูดสารเคมีต้นแบบ, เครื่องผสมสาร, ถังมือยาง, หน้ากากและแว่นตากันสารเคมี, พัดลม, ถังสำหรับผสมและเก็บสารเคมี, ลำไย, ห้องรมควัน, สารเคมีและชุดอุปกรณ์วิเคราะห์  $SO_2$  ตกค้างในผล สารเคมีและชุดอุปกรณ์วิเคราะห์  $SO_2$  ในอากาศ, โซเดียมไฮดรอกไซด์, กระดาษวัดพีเอช, เครื่องวัดพีเอช, เครื่องวัดสี และเครื่องชั่ง

### - วิธีการ

7.1 ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องแช่สำหรับใช้แช่สารผสม HCl+SMS ในลำไยส่งออก และสร้างหอบำบัดสำหรับดูดควันของก๊าซ  $SO_2$  ที่ระเหยระหว่างการแช่สารผสม HCl+SMS

7.2 ทดสอบการผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) เพื่อความสะดวกของผู้ปฏิบัติการให้มีความปลอดภัย

7.3 ทดสอบการผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) ต่อการตกค้างของ  $SO_2$  ในลำไยส่งออก

โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x2+2 Factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ (ตะกร้า)

ปัจจัยมี 2 ปัจจัยดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้น SMS ได้แก่ 4 5 และ 6%

ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้น HCl ได้แก่ 0 และ 1%

กรรมวิธีมี 8 กรรมวิธีดังนี้

Tr.1 แช่ใน SMS 4% + HCl 0% นาน 5 นาที

Tr.2 แช่ใน SMS 4% + HCl 1% นาน 5 นาที

Tr.3 แช่ใน SMS 5% + HCl 0% นาน 5 นาที

Tr.4 แช่ใน SMS 5% + HCl 1% นาน 5 นาที

Tr.5 แช่ใน SMS 6% + HCl 0% นาน 5 นาที

Tr.6 แช่ใน SMS 6% + HCl 1% นาน 5 นาที

Tr.7 รม SO<sub>2</sub>วิธีทางการค้า

Tr.8 แช่ใน SMS 1% + HCl 5% นาน 5 นาที

เตรียมสารละลายตามกรรมวิธีด้านบนแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คือ ละลายสาร SMS ให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ และส่วนที่ 2 คือ ละลาย HCl ที่ต้องการ ต่อมาค่อยๆ เทส่วนที่ 1 ลงส่วนที่ 2 อย่างช้าๆ ปรับปริมาตร 50 ลิตรในถังแช่ปริมาตร 80 ลิตร ในตู้ดูดควัน นำลำไยพันธุ์อีดอเกรดเอมาบรรจุใส่ตะกร้าพลาสติกขนาด 11.5 กก./ตะกร้า นำลำไยที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ โดยการแช่กรรมวิธีละ 5 นาที วัด pH ของสารละลายก่อนและหลังแช่ ผึ่งให้แห้งจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และความชื้น 85-90% RH นาน 35 วัน บันทึกข้อมูลคุณภาพและการเปลี่ยนแปลง

### การตรวจสอบคุณภาพและการเปลี่ยนแปลง

1. เพอร์เซ็นต์การเกิดโรค ในสภาพอุณหภูมิห้องเพื่อตรวจสอบการเน่าเสีย ทุก 3 วัน
2. เพอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ทำการชั่งน้ำหนักทุก 7 วัน และคำนวณน้ำหนักที่สูญเสียไป
3. สุ่มผลลำไยประมาณ 1 กิโลกรัม นำมาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.1 การเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยทั้งด้านนอกและในผลด้วยการให้คะแนนด้วยสายตา (Subjective evaluation) ด้วยการประเมินการเปลี่ยนสีน้ำตาลแบบให้คะแนน (Browning index) บนผล 5 ระดับตามวิธีของ Jiang and Li (2001) ผลลำไยที่มีระดับคะแนนของการเกิดสีน้ำตาลที่พื้นที่ผิวเปลือกสูงกว่า 3.0 ถือว่าไม่ยอมรับ

3.2 ความผิดปกติของเนื้อผล (Flesh discoloration) ด้วยการให้คะแนนด้วยสายตา (Subjective evaluation) ด้วยการประเมินการเปลี่ยนที่เนื้อผลแบบให้คะแนน 5 ระดับ เนื้อผลที่มีคะแนนความผิดปกติสูงเกิน 3.0 ถือว่าไม่ยอมรับ

4. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยสุ่ม 10 ผล ต่อตะกร้าวัดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อ ด้วยวิธี Optimized-Monier Williams Method (AOAC, 2012) และสุ่มจำนวน 10 ผลตรวจสอบหาค่า pH ของเนื้อผล

5. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ได้แก่ การทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Hedonic scaling คะแนนความชอบ 5 ระดับโดยใช้ผู้บริโภคอย่างน้อย 10 คน ที่มีประสบการณ์ 2 ปีขึ้นไป

#### 7.4 การตรวจสอบปริมาณสาร SO<sub>2</sub> ที่ตกค้างในผลลำไยและสารระเหยจากการใช้ SMS+HCl ที่เหมาะสมระหว่างการแช่ในกระบวนการส่งออก

วิธีการดำเนินงาน ได้มีการปรับเปลี่ยนแปลงภาชนะแช่จากเครื่องแช่เป็นถังพลาสติก เนื่องจากมีความผิดพลาดในนำถังสารอื่นๆ ที่นำไปใส่ Waste ไปใช้แทนกรด HCl เนื่องจากเก็บรักษารวมกัน เมื่อเทลงในเครื่องแช่มีผลทำให้เครื่องแช่เกิดการกัดกร่อน และสีเปลี่ยนชัดเจนจึงขอเปลี่ยนเป็นแช่ในถังพลาสติกปริมาตร 400 ลิตรแทน ขั้นตอนการแช่ได้แก่

1) ทดสอบประสิทธิภาพการแช่ใน HCl+SMS จากกรรมวิธีที่เหมาะสมจากการทดลองข้อที่ 3 คือ กรรมวิธีที่ 8 แช่ใน SMS 1% + HCl 5% นาน 5 นาที เพราะมี SO<sub>2</sub> ตกค้างทั้งผลต่ำกว่า 50 ppm (Codex) การทดสอบผสมกันระหว่างสาร SMS และ HCl ในถังพลาสติกโดยเตรียมสารละลายปริมาตร 300 ลิตร เทน้ำลงไปในถังก่อน 200 ลิตร และแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 และ 2 คือ HCl 5% และ SMS 1% ตามลำดับ ดูดกรด HCl ลงไปในน้ำก่อนโดยใช้เทคนิคการลั่นน้ำด้วยสายยางปล่อยลงใต้น้ำจนครบตามปริมาตร และค่อยเทส่วนที่ 2 ที่ผสม SMS ละลายในน้ำส่วนที่เหลือเรียบร้อยแล้วลงในส่วนที่ 1 จะมีสารระเหยก๊าซ SO<sub>2</sub> ในปริมาณที่น้อยลง

2) การแช่ลำไยในสารละลายปริมาณ 25 ตะกร้า นาน 5 นาที โดยทดสอบแช่ลำไย 4 ตะกร้า/ครั้ง ทั้งหมดจำนวน 6 ครั้ง

3) เมื่อฝั้ลำไยแห้งแล้วทำการสุ่มตัวอย่างลำไยที่แช่สารแล้ว มาวัดสาร SO<sub>2</sub> ตกค้างในผลลำไย (AOAC, 2012) จากนั้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C รอการขนส่งไปสถานประกอบการและส่งออกต่อไป

4) ทดสอบวิธีการใช้สารทดแทนในการแช่ลำไยส่งออกไปต่างประเทศร่วมกับผู้ประกอบการ ส่งไป 3 ประเทศ ได้แก่ ประเทศจีนทางเรือ ประเทศสิงคโปร์ทางเรือ และแคนาดาทางเครื่องบิน จำนวน 5 15 และ 2 ตะกร้า ตามลำดับ ส่วนที่เหลือเก็บรักษาที่ห้องเย็นที่ห้องปฏิบัติการเพื่อเปรียบเทียบผลต่อไป

- เวลาและสถานที่ ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560 ที่ห้องปฏิบัติการ กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สวพ.1 และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องแช่สำหรับใช้แช่สารผสม HCl+SMS ในลำไยส่งออก โดยนำต้นแบบเครื่องจุ่มสาร HCl สำหรับผลลำไยสด (สนองและคณะ, 2556) (ภาพที่ 1) และมีการสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามแบบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของโรกรมลำไยสด (เกรียงศักดิ์และคณะ, 2556) (ภาพที่ 2) พบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง



ภาพที่ 1 ต้นแบบเครื่องจุ่มสาร HCl สำหรับผลลำไยสด (สนองและคณะ, 2556)

ต้นแบบเครื่องจุ่มสาร HCl สำหรับผลลำไยสด (สนองและคณะ, 2556) มีกระบวนการ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการล้างทำความสะอาด ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ กระจับล้าง ชุดสเปรย์น้ำ และสายพานลำเลียง, 2) ขั้นตอนการแช่สาร HCl ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ กระจับแช่ HCl ระบบหมุนเวียนสารแช่ และสายพานลำเลียง, 3) ขั้นตอนการเป่าแห้ง ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ กระจับเป่าแห้ง พัดลมเป่าแห้ง สายพานลำเลียง และชุดถ่ายเทดักกำลัง และ 4) ขั้นตอนการเติม-บำบัดสาร HCl ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ป้อนสแตนเลส ระบบท่อ และถังพลาสติก กระจับและระบบลำเลียงวัสดุที่ใช้ทำจะเป็นสแตนเลส เกรด 304 ส่วนระบบท่อวัสดุที่ใช้ทำจะเป็นพีวีซี



## ภาพที่ 2 หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ 1) ชุดพัดลมดูดสารก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, 2) หอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, 3) อ่างสารบำบัด และ 4) ปุ่มดูดสารบำบัดส่วนระบบท่อวัสดุที่ใช้ทำจะเป็นพีวีซี

**8.2 ดำเนินการทดสอบการผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ผสมกรดเกลือ (HCl) เพื่อความสะดวกของผู้ปฏิบัติการให้มีความปลอดภัย** โดยการลดความเข้มข้นของสารผสม HCl+SMS ก่อนที่จะใช้ในการแช่ลำไยด้วยวิธีการเจือจางกับน้ำเปล่าอุปกรณ์ที่ใช้ คือ ตู้ดูดไอระเหย อุปกรณ์ดูดสารเคมี ถังมือยง หน้ากากและแว่นตากันสารเคมี ปฏิบัติที่ห้อง lab ของ กพป.สวพ.1 (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การลดความเข้มข้นของสารเคมี

**8.3 ดำเนินการทดสอบแช่ลำไยด้วยสารทดแทน** โดยใช้แรงงานคน ช่นาน 5 นาที/ตะกร้า เก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และความชื้น 85-90% RH นาน 35 วัน เก็บข้อมูลคุณภาพและการเปลี่ยนแปลง ได้แก่

การเน่าเสีย พบว่า เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 วัน Tr.1 – 6 เริ่มเน่าเสียเกิน 30% (เกณฑ์>25%) เพียงช่วงสัปดาห์แรก ขณะที่ Tr.7 และ Tr.8 ชะลอการเน่าเสียต่ำกว่า 25% (ตารางที่ 1)

การสูญเสียน้ำหนักพบว่า การแช่ลำไยด้วยสารทดแทนทุกซ้ำการทดลองช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกด้านนอก พบว่า การแช่ลำไยด้วยสารทดแทน Tr.6 และ Tr.8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอกได้ดีที่สุด นานถึง 35 วันและ Tr.6-8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอกได้ดีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น เมื่อผ่านไป 22 วัน



การเปลี่ยนสีเปลือกด้านใน พบว่า การแช่ลำไยด้วยสารทดแทน Tr.6 และ Tr.8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านในได้ดีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น นานถึง 35 วัน (ตารางที่ 2)

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ พบว่า การแช่ลำไยด้วยสารทดแทน Tr.6 และ Tr.8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อในได้ดีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น นานถึง 29 วันและ Tr.2, Tr.4 และ Tr.6-8 ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อในได้ดีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับ การแช่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) อย่างเดียว เมื่อผ่านไป 22 วัน (ตารางที่ 3)

การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อพบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่า  $SO_2$  ตกค้างในเนื้อไม่เกินค่าตกค้างเกินมาตรฐาน EU (10 ppm) (ตารางที่ 4)

การตรวจสอบค่า pH ของเนื้อใน พบว่า ทุกซ้การทดลองมีค่า pH ของไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคคุณภาพโดยรวมพบว่า ผู้บริโภคผลลำไยด้วยสารทดแทน Tr.6 – 8 คะแนนยอมรับคุณภาพโดยรวมไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น นานถึง 15 วัน (ตารางที่ 6)

จากการทดสอบแช่ผลลำไยในสารทดแทน SMS 4, 5 และ 6% มีความปลอดภัย เนื่องจากสาร SMS สามารถละลายในน้ำได้ ทำให้มีก๊าซ  $SO_2$  เกิดขึ้นน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับ การแช่ในผลลำไยในสารทดแทนที่มี HCl ผสมทุกความเข้มข้น เนื่องจากไอระเหยมีกลิ่นรุนแรงแต่ไม่สามารถป้องกันการเปลี่ยนสีน้ำตาลและการเน่าเสียได้ และการแช่ผลลำไยในสารทดแทน SMS 6% + HCl 1% และ SMS 1% + HCl 5% นาน 5 นาที สามารถช่วยยืดอายุผลลำไยได้มีคุณภาพผลดีกว่า ได้แก่ ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอก-ด้านใน และสีเนื้อได้ การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อไม่เกินค่าตกค้างเกินมาตรฐาน EU (10 ppm) และการยอมรับของผู้บริโภคคุณภาพโดยรวม การแช่ผลลำไยในสารทดแทน SMS 1% + HCl 5% นาน 5 นาทีพบค่าตกค้างทั้งหมดต่ำกว่า 50 ppm (Codex) เมื่อเปรียบเทียบกับ SMS 6%+ HCl 1%

**ตารางที่ 1** ผลของการแช่ SMS+HCl ต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 °C นาน 16 วัน

กรรมวิธี	1	4	7	10	13	16
Tr1 = SMS 4%	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	0.0	73.3	80.0	80.0	93.3	100.0
Tr3 = SMS 5%	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	0.0	60.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tr5 = SMS 6%	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	0.0	63.3	70.0	83.3	86.7	100.0
Tr7 = ร่ม SO <sub>2</sub>	0.0	10.0	80.0	90.0	96.7	100.0
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	0.0	20.0	40.0	66.7	80.0	100.0

ตารางที่ 2 ผลของการแช่ SMS+HCl ต่อการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเปลือกผลด้านในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 90% นาน 35 วัน

กรรมวิธี	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	1.00	4.87a	4.93a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	1.00	1.80b	2.40b	2.60b	5.00a	5.00a
Tr3 = SMS 5%	1.00	4.60a	5.00a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	1.00	1.33b	1.80bc	1.87b	5.00a	5.00a
Tr5 = SMS 6%	1.00	4.07a	4.73a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	1.00	1.27b	1.40c	1.53b	1.80b	2.67b
Tr7 = ร่ม SO <sub>2</sub>	1.00	1.07b	1.13c	1.60b	5.00a	5.00a
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	1.00	1.60b	1.67bc	1.80b	1.80b	2.40b

หมายเหตุค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 3** ผลของการแช่ SMS+HCl ต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อผลระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C และ ความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 90% นาน 35 วัน

กรรมวิธี	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	1.00	2.33a	2.53a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	1.00	1.47bc	1.87a	2.27b	5.00a	5.00a
Tr3 = SMS 5%	1.00	2.07ab	2.60a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	1.00	1.80abc	1.80a	2.13b	5.00a	5.00a
Tr5 = SMS 6%	1.00	1.67abc	2.47a	5.00a	5.00a	5.00a
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	1.00	1.47bc	1.80a	2.13b	2.33b	3.60c
Tr7 = รม SO <sub>2</sub>	1.00	1.13c	2.13a	2.20b	5.00a	5.00a
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	1.00	1.20c	1.60a	1.87b	2.47b	4.00b

**ตารางที่ 4** ผลการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อ (ppm) หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ความชื้น 85 - 90% RH. นาน 35 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	1.1	2.03	1.81	0	0	0
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	1.42	2.51	2.03	1.3	0	0
Tr3 = SMS 5%	1.79	3.38	2.18	0	0	0
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	5.31	2.97	1.76	1.75	0	0
Tr5 = SMS 6%	2.02	1.9	1.74	0	0	0
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	1.14	1.47	1.47	1.68	3.52	0.98
Tr7 = รม SO <sub>2</sub>	2.23	3.41	3.41	1.54	0	0
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	1.72	2.23	2.23	1.91	4.49	1.09

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบค่า pH ของเนื้อใน หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ความชื้น 85 - 90% RH. นาน 35 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	7.51 a	7.18 b	4.96	-	-	-
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	7.39 ab	7.36 ab	5.63	4.30 a	-	-
Tr3 = SMS 5%	7.39 ab	7.30 ab	4.93	-	-	-
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	7.14 b	7.32 ab	5.40	4.49 a	-	-
Tr5 = SMS 6%	7.39 ab	7.32 ab	5.66	-	-	-
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	7.25 ab	7.44 a	4.53	4.53 a	7.06	7.55
Tr7 = ร่ม SO <sub>2</sub>	7.26 ab	7.54 a	4.51	4.22 a	-	-
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	7.25 ab	7.37 ab	4.88	3.10 b	7.15	7.43
CV (%)	1.39	1.2	9.91	6.53	10.82	4.48

หมายเหตุค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการแช่ผลลำไยด้วยสารทดแทนต่อการยอมรับของผู้บริโภคคุณภาพโดยรวม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ความชื้น 85 - 90% RH. นาน 35 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)					
	1	8	15	22	29	35
Tr1 = SMS 4%	2.90	2.70 ab	2.20 bc	-	-	-
Tr2 = SMS 4% + HCl 1%	3.40	3.40 ab	3.10 abc	3.90	-	-
Tr3 = SMS 5%	2.90	2.90 ab	2.20 bc	-	-	-
Tr4 = SMS 5% + HCl 1%	3.00	3.40 ab	3.20 ab	3.50	-	-
Tr5 = SMS 6%	3.80	2.60 ab	2.00 c	-	-	-
Tr6 = SMS 6% + HCl 1%	3.80	3.30 ab	3.40 a	3.80	3.50	3.30
Tr7 = ร่ม SO <sub>2</sub>	3.70	3.90 a	3.70 a	3.40	-	-
Tr8 = SMS 1% + HCl 5%	3.30	3.20 ab	3.50 a	3.30	3.60	3.30
CV (%)	24.83	28.46	28.81	27.62	34.88	35.57

หมายเหตุค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 8.4 ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการแช่ใน HCl+SMS จากกรรมวิธีที่เหมาะสมจากการทดลอง

**ข้อที่ 3 ใน** คือ การแช่ใน HCl 5%+ SMS 1% นาน 5 นาที เพราะมีคุณภาพผลและการตกค้างต่ำ และมีการระเหยของก๊าซ SO<sub>2</sub> ต่ำกว่าการใช้ HCl 1%+SMS 6% โดยเตรียมกรด HCl 5% ดูดจากถังกรดปริมาตร 171 ลิตรต่อน้ำ 1200 ลิตร ดูดด้วยปั๊มไฟฟ้า ลงในน้ำในรางเลื่อนที่มีน้ำไว้แล้ว 1000 ลิตร ส่วนสาร SMS 1% ชั่งน้ำหนัก 12 kg ละลายในน้ำ 100 ลิตร และค่อยๆ ดูดลงในรางแช่ที่มี HCl อย่างช้าๆ พร้อมกับเปิด SO<sub>2</sub> waste scrubber ดูดแก๊ส (ภาพที่ 6) จากนั้นปรับปริมาตรสารละลายในรางเลื่อนที่มี HCl 5%+ SMS 1% ให้ครบ 1,200 ลิตร และเปิดระบบไหลเวียนน้ำนาน 1 ชั่วโมง (ไม่มีลำไยแช่) แต่ในขั้นตอนการเตรียมสารทดแทนสำหรับแช่ พบว่า สารทดแทนมีสีฟ้าขุ่น และมีตะกอนเกิดขึ้น เนื่องจากมีสารเคมีจำพวก waste ปะปนมาด้วย ทำให้ไม่สามารถใช้แช่ลำไยด้วยสารทดแทนที่เตรียมไว้ จึงปรับเปลี่ยนวิธีโดยใช้คนแช่ โดยทดสอบแช่ลำไย 4 ตะกร้า/ครั้ง ทั้งหมดจำนวน 6 ครั้ง เก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และความชื้น 85-90% RH

- การสุ่มวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลลำไย จากการแช่ครั้งละ 4 ตะกร้าจนครบ 6 ครั้งสุ่มแบบ composite 4 ตะกร้าให้ได้ 1 กก. มาตรวจวัดสาร SO<sub>2</sub> ตกค้างในส่วนเนื้อ เปลือกผล และทั้งผล พบว่าค่าการตกค้างโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.93, 403.81 และ 52.36 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับ untreated fruit 1 ตะกร้า มีค่าเท่ากับ 0.93, 12.45 และ 2.00 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 7) พบว่าค่าตกค้างของ SO<sub>2</sub> ในลำไยทั้งผลมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานประเทศสิงคโปร์เล็กน้อย (กำหนดตามมาตรฐาน Codex ไม่เกิน 50 ppm) เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 3 วันค่าการตกค้างลดลงเท่ากับ 2.52, 381.23 และ 43.46 ppm ตามลำดับ และค่าตกค้างทั้งผลไม่เกินมาตรฐานของประเทศสิงคโปร์ที่อ้างอิง Codex

**ตารางที่ 7** ค่าตกค้างที่วัดทันทีและทิ้งไว้นาน 3 วันที่ 5 °C นาน 3 วัน ก่อนส่งออก

code	ลำดับการแช่	จำนวนตะกร้า	ค่าตกค้างของ SO <sub>2</sub> (ppm)			หมายเหตุ
			เนื้อ	เปลือก	ทั้งผล	
1) วัดทันทีก่อนการเก็บรักษาที่ 5 °C						
T1	ครั้งที่ 1	4	0.40	481.31	60.35	
T2	ครั้งที่ 2	4	0.83	451.66	58.10	
T3	ครั้งที่ 3	4	0.87	345.07	43.73	
T4	ครั้งที่ 4	4	1.21	395.98	51.12	
T5	ครั้งที่ 5	4	1.02	320.03	48.88	
T6	ครั้งที่ 6	4	1.23	428.80	51.96	
	ค่าเฉลี่ย		0.93	403.81	52.36	
T7	Untreated fruit	1	0.57	12.45	2.00	

2) ตรวจวัดหลังจากเก็บรักษานาน 3 วัน

1	2.52	381.23	43.46
---	------	--------	-------

- การสุ่มตรวจสอบคุณภาพที่ต้นทางประเทศไทย เมื่อจำลองการเก็บรักษาผ่านไป 10 วัน พบว่าผลที่แช่ HCl 5%+SMS 1% มีเปอร์เซ็นต์ผลดี ผลนิ่ม เกิดโรค และผลแตก เท่ากับ 86.89, 8.2, 4.92 และ 2.46 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลลำไยไม่แช่สาร (Untreated fruit) มีค่าเท่ากับ 74.28, 24.28, 1.43 และ 0% ตามลำดับ (ตารางที่ 8) มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลต่ำและสีเนื้ออยู่ในเกณฑ์ปกติมีสีเนื้อเปลี่ยนสีเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 8 การสุ่มลำไยเพื่อทวนสอบคุณภาพผลลำไยที่เก็บรักษาบางตะกั่วไว้ที่ประเทศไทยนาน 10 วันที่ 5 °C

Fruit quality	HCl 5% + SMS 1% (สุ่ม 122 ผล)	Untreated fruit (สุ่ม 140 ผล)
เปอร์เซ็นต์ผลดี	86.89	74.28
เปอร์เซ็นต์ผลนิ่ม	8.2	24.28
เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค/เน่าเสีย	4.92	1.43
เปอร์เซ็นต์ผลแตก	2.46	0
คะแนนการเปลี่ยนสีน้ำตาล (1-5)	1 (ปกติ)	5 (เกิดสีน้ำตาลมากกว่า 50%)
คะแนนการเปลี่ยนสีเนื้อ (1-5)	1.7 (สีเนื้อเปลี่ยนสีเล็กน้อย)	1.2 (สีเนื้อเปลี่ยนสีเล็กน้อย)

- แบ่งตัวอย่างส่งออกต่างประเทศรวม 3 ประเทศ ได้แก่ ส่งออกทางเรือไปประเทศสิงคโปร์และประเทศจีนจำนวน 15 และ 5 ตะกร้าตามลำดับ และส่งทางเครื่องบินไปประเทศแคนาดา 2 ตะกร้า สรุปผลการทดสอบการส่งออกดังนี้ คือ

1) ประเทศสิงคโปร์ทางเรือ มีสาร SO<sub>2</sub> ตกค้างทั้งผลไม่เกินมาตรฐาน 50 ppm สีผิวเหลืองสวย แต่ลำไยมีสีแดงเรื่อๆ บริเวณขั้ว มีผลแตกเล็กน้อย รสชาติเปลี่ยนเล็กน้อยในบางผล ผู้ประกอบการชาวสิงคโปร์ได้เดินทางมาดูลำไยที่เก็บรักษาที่ประเทศไทยที่ห้องปฏิบัติการกพป.สวพ.1 จ.เชียงใหม่ควบคู่กัน และประเมินผลร่วมกันอีกครั้ง ผู้ประกอบการรู้สึกพึงพอใจจะนำผลที่ได้ไปแนะนำผู้นำเข้าจากประเทศสิงคโปร์มีประมาณ 3-5 บริษัทให้สามารถใช้วิธีนี้ได้ เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับแก้ไขปัญหาหากพบสาร SO<sub>2</sub> ตกค้างเกินมาตรฐานลำไยทั้งผล

2) ประเทศจีนทางเรือ ผลการประเมินคล้ายคลึงกับประเทศสิงคโปร์

3) ประเทศแคนาดา สามารถวางจำหน่ายที่ประเทศแคนาดาได้เลย แต่ไม่ควรมีสาร SO<sub>2</sub> ตกค้างในเนื้อผล

โดยสรุปแล้วพบว่า ผู้ประกอบการมีความพอใจ ในเรื่องคุณภาพสีผิวเปลือกด้านนอกที่ไม่แตกต่างกับวิธีการรม  $SO_2$  แต่เนื้อในมีสีชมพูที่บริเวณซั้วบางส่วน เนื่องจากลำไยมีเปลือกบาง จึงทำให้มีการซึมเข้าเนื้อในได้ง่าย (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 6 การใช้ปั๊มสารเคมีใช้ไฟฟ้าดูดกรดลงเครื่องแช่ และวิธีการล้างน้ำเตรียมกรดสำหรับวิธีคนแช่ และสีผิวผลลำไยก่อนแช่และหลังแช่ HCl 5% + SMS 1%



ภาพที่ 7 ลำไยแช่ SMS 1%+HCl 5% นาน 5 นาที สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์  $SO_2$  ตกค้างในผลก่อนส่งออกต่างประเทศ และผู้ประกอบการนำเข้าจากประเทศสิงคโปร์ และผู้ส่งออกจากประเทศไทยเดินทางมาดูลำไยที่ห้องปฏิบัติการสวพ.1 ประเทศไทยและลำไยส่งไปประเทศจีนสีบริเวณซั้วแดงเล็กน้อย

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ได้ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องแช่สำหรับใช้แช่สารผสม HCl+SMS ในลำไยส่งออก โดยใช้ต้นแบบเครื่องจุ่มสาร HCl สำหรับผลลำไยสด (สนองและคณะ, 2556) และมีการสร้างหอบำบัดก๊าซ  $SO_2$  ตามแบบหอบำบัดก๊าซ  $SO_2$  ของโรงรมลำไยสด (เกรียงศักดิ์และคณะ, 2556) จากนั้นดำเนินการทดสอบผสมสารทดแทนที่มีสารผสม HCl+SMS พบว่า ไอระเหยของ HCl มีกลิ่นรุนแรง เพื่อความสะดวกของผู้ปฏิบัติการให้มีความปลอดภัย จึงดำเนินการลดความเข้มข้นของสารผสม HCl+SMS ก่อนที่จะใช้ในการแช่ลำไยด้วยวิธีการเจือจางกับน้ำเปล่าอุปกรณ์ที่ใช้ คือ ตู้ดูดไอระเหย อุปกรณ์ดูดสารเคมี ถังมือยาง หน้ากากและแว่นตากันสารเคมี และดำเนินการทดสอบการใช้สารทดแทนแช่ลำไยทดแทนการรมควันด้วย  $SO_2$  พบว่า การใช้สารผสม HCl 5%+ SMS 1% แช่ผลลำไยสดนาน 5 นาที สามารถช่วยยืดอายุผลลำไยได้ดีที่สุด มีคุณภาพผลดี ได้แก่ ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกด้านนอก-ด้านใน และสีเนื้อ และการยอมรับของผู้บริโภคคุณภาพโดยรวมไม่

แตกต่างกันเมื่อเทียบกับการรมควันด้วย SO<sub>2</sub> รวมถึงการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อไม่เกินค่าตกค้างเกินมาตรฐาน EU (10 ppm) และการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งผลต่ำกว่า 50 ppm (Codex) แล้วจึงดำเนินการทดสอบวิธีการแช่ลำไยด้วย HCl 5%+ SMS 1% นาน 5 นาที เพื่อส่งออกต่างประเทศร่วมกับผู้ประกอบ พบว่า การตกค้างของ สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อ 2.52 ppm ซึ่งไม่เกินค่าตกค้างเกินมาตรฐาน EU (10 ppm) การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือก 381.23 ppm ซึ่งต่ำกว่าวิธีการรม SO<sub>2</sub> (1000-2200 ppm) และการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งผล 43.46 ppm ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 50 ppm (Codex) ในส่วนผู้ประกอบการมีความพอใจ ในเรื่องคุณภาพสีผิวเปลือกด้านนอกที่ไม่แตกต่างกับวิธีการรม SO<sub>2</sub> แต่เนื้อในมีสีชมพูที่บริเวณขั้วบางส่วน เนื่องจากลำไยมีเปลือกบาง จึงทำให้มีการซึมเข้าเนื้อในได้ง่าย ควรเลือกลำไยที่เปลือกหนาในการแช่จะเหมาะสมกว่าลำไยที่มีเปลือกบาง

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ประกอบการสามารถนำเทคโนโลยีการใช้สารทดแทนที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในการส่งออกลำไยไปประเทศที่เข้มงวดการใช้ SO<sub>2</sub> ได้ เพื่อเพิ่มปริมาณการส่งออกให้มากขึ้นในอนาคต การใช้วิธีแช่ด้วยกรด HCl 5%+ SMS 1% นาน 5 นาทีสามารถเตรียมไว้ใช้ทดแทนในอนาคตได้ ลำไยที่แช่ควรเลือกหนาและไม่บางเกินไป ผึ่งลำไยไว้ห้องเย็นนาน 1 คืนจะลดการแตกของเปลือกภายหลังการแช่ได้ ที่สำคัญ หลังแช่ต้องผึ่งผลลำไยให้แห้งสนิทอย่างน้อย 3 ชั่วโมงโดยเฉพาะใจกลางทะกร้า

## 11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

-

## 12. เอกสารอ้างอิง

พรวิสารข์ บุญยงค์. 2544. ผลของสารประกอบเกลือร่วมกับสารเคลือบผิวในการควบคุมการเน่าเสียของลำไย หลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว.

วิทยา อภัย, สมเพชร เจริญสุข, สุทธิณี ลิขิตตระกูลรุ่ง, นิพัฒน์ สุขวิบูลย์, อุทัย นพคุณวงศ์, สนอง อมฤกษ์, สถิตพงศ์ รัตนคำ, ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัตพาณิชย์ และมานพ หาญเทวี. 2557. การพัฒนาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยเพื่อการส่งออก. เรื่องเติมการประชุมวิชาการกรมวิชาการเกษตรปี 2557

Jiang ,Y., Liu,S., Chen,F., Li,Y. and Zhang, D. 1997. The control of postharvest browning of Litchi fruit by sodium bisulphite and hydrochloric acid. Trop.Sci.[37] . pp. 189-192.

Jiang, Y.M. and Y.B. Li. 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan. Food Chem. 73:39-143.



Tongdee, S.C. 1994. Sulfur dioxide fumigation in postharvest handling of fresh longan and lychee for export. pp. 186-195. In: Postharvest Handling of Tropical Fruit. ACIAR Proceedings, vol. 50, Chang Mai, Thailand, July 19–23, 1993.

13. ภาคผนวก

-