

การทดสอบเทคโนโลยีสำหรับใช้ทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลิ้นจี่ส่งออกโดยใช้คลอรีนไดออกไซด์
และสารผสมของกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

Testing Technologies for Replacing Sulfur Dioxide Fumigation in Litchi for Export by Using Chlorine
Dioxide and Hydrochloric Acid Combined with Sodium Metabisulfite

วิทยา อภัย¹ สุธินี ลิขิตตระกูลรุ่ง¹ และสมเพชร เจริญสุข¹

Wittaya Apai¹ Suttinee Likhitrakulrungs¹ and Sompetch Charoensuk¹

Abstract

The objective of this study was to compare some alternative treatments with sulfur dioxide (SO₂) fumigation in prolonging the storage life of litchi for export. In the first experiment, the effectiveness of HCl+SMS and chlorine dioxide (ClO₂) in maintaining fruit quality during cold storage was investigated. The fruits were dipped in the solution of 1% HCl + 1%SMS for 5 min as compared with dipping in 0.5% ClO₂ for 4 min. The fruits were allowed to air dry for 2 h, packed in 3 kg perforated plastic baskets and stored at 5 °C, 85% RH for 28 days. They were compared with SO₂ – treated and untreated fruits. It was found that dipping in HCl+SMS, ClO₂ and SO₂ reduced pericarp browning and maintained the high scores of consumer acceptance as compared with untreated fruits during storage. Dipping in HCl+SMS maintained the high values of pericarp color, i.e. L* and a* values which accorded with low pericarp browning as compared with the other treatments. After dipping in HCl+SMS, pinkish red pericarp was restored faster than SO₂ – treated fruits (within a week) whereas ClO₂ treatments resulted in orange red pericarp throughout the storage period. In the second experiment, a survey of consumer acceptance through the questionnaires distributed to 184 people was carried out in Fang district, Chiang Mai province. It was found that dipping in 1% HCl + 3% SMS resulted in the highest percentage of flesh taste acceptance and lower percentage of pericarp acceptance when compared with ClO₂ treatment. However, dipping in HCl + SMS could be used to extend the shelf life of litchi for export in the future.

Keywords: hydrochloric acid (HCl), sodium metabisulfite (SMS), chlorine dioxide (ClO₂)

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของกรรมวิธีทางเลือกสำหรับทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ในการยืดอายุการเก็บรักษาสำหรับลิ้นจี่ส่งออก การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสารผสมของกรดเกลือ (HCl) + โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) และคลอรีนไดออกไซด์ (ClO₂) ต่อคุณภาพของผลระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลาย HCl 1% + SMS 1% นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับการแช่ใน ClO₂ เข้มข้น 0.5% นาน 4 นาที ผึ่งให้แห้งนาน 2 ชม. บรรจุใส่ตะกร้าพลาสติกความจุ 3 กก. และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C, 85% RH นาน 28 วัน ชุดควบคุมได้แก่ การรมด้วย SO₂ และผลไม่แช่สาร พบว่า HCl+SMS, ClO₂ และ SO₂ ลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลตลอดอายุการเก็บรักษา และมีการยอมรับคุณภาพผู้บริโภคสูงเมื่อเปรียบเทียบผลลิ้นจี่ไม่แช่สาร การแช่ใน HCl+SMS ช่วยรักษาสีผิวเมื่อประเมินจากความสว่าง L* และค่าสีแดง a* ที่สูง สอดคล้องกับการเปลี่ยนสีน้ำตาลที่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ สีเปลือกหลังแช่เป็นสีชมพูเหลืองและคืนสีเป็นสีชมพูได้เร็วกว่าวิธีรม SO₂ ภายใน 7 วัน ขณะที่การแช่ใน ClO₂ สีผิวเป็นสีแดงส้มตลอดอายุการเก็บรักษา การทดลองที่ 2 เป็นการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคในเขตภาคเหนือที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ จำนวน 184 คน การแช่ใน HCl 1%+SMS 3% ผู้บริโภคยอมรับรสชาติของเนื้อผลสูงที่สุด แต่การยอมรับสีผิวเปลือกต่ำกว่า ClO₂ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ HCl + SMS เหมาะสมที่สุดในการนำไปยืดอายุลิ้นจี่สำหรับส่งออกในอนาคต

คำสำคัญ: กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ คลอรีนไดออกไซด์

¹ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50000

¹ Office of Agricultural Research and Development Region 1, Department of Agriculture, Muang District, Chiang Mai 50000

คำนำ

ปัญหาหนึ่งที่สำคัญจากผลการใช้ SO_2 ในลีนี่ส์ส่งออกปลายทางเรือไกลๆ และเป็นปัญหาเดียวกับลำไย คือ การตกค้างของ SO_2 ในเนื้อผล เป็นประเด็นสำคัญที่ประเทศปลายทางเข้มงวดการใช้สารนี้ ตลอดจนการรายงานถึงความเป็นพิษต่อผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้ เป็นต้น สารทดแทนเป็นความต้องการของภาคเอกชนโดยตรงโดยเฉพาะการส่งออกประเทศที่เข้มงวดการใช้สาร SO_2 เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ที่มีการศึกษาวิจัยมาก ได้แก่ กรดเกลือ (HCl) กรดออกซาลิก กรดฟอสฟอริก เป็นต้น แต่งานวิจัยในปัจจุบันยังกระจุกกระจาย ยังขาดการรวบรวมเพื่อทดสอบและนำไปใช้ประโยชน์ ผลการทดสอบแต่ละการทดลองพบการแทรกกรดที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ การแทรกกรด HCl เข้มข้น 5% นาน 5 นาที อุปสรรค คือ เปลือกจะแตกหากแช่ทันทีหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นควรนำลีนี่ส์ไปเก็บรักษาในห้องเย็น 5°C ก่อน 1 คืน ช่วงเช้าพบว่าเปลือกผลไม่แตกและสีผิวมีสีแดงแต่บางและผลยุบตัวเร็ว การแช่ HCl 1% ผสมกับ SMS เข้มข้น 1-3% มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราดีขึ้น ยืดอายุได้นาน สีผิวเป็นสีชมพูไม่แดงเหมือนแทรกกรด HCl โดยตรง การแช่ ClO_2 เป็นเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจ โดยการแช่ ClO_2 0.5-0.6% นาน 5 นาทีช่วยยืดอายุและรักษาสีผิวได้นาน 21 วัน (ไม่แสดงข้อมูล, ผลปี 2557) ดังนั้นน่าจะนำมาทดสอบการยอมรับและส่งออกได้ ดังนั้นเทคโนโลยีการทดสอบสำหรับใช้ลดปัญหาการตกค้าง SO_2 และสารทดแทนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการระหว่างตุลาคม 2557 – กันยายน 2558 ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สวพ.1 โดยใช้ลีนี่ส์พันธุ์ฮงฮวยที่ได้รับรอง GAP จังหวัดพะเยา และเชียงใหม่ แบ่งเป็น 2 การทดลอง ได้แก่

1) การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการทดแทน วางแผนการทดลองแบบ CRD รวม 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ (ตะกร้าขนาด 3 kg) ได้แก่ การแช่ใน ClO_2 0.5% นาน 4 นาที, HCl 1%+SMS 1% ชุดควบคุมได้แก่ วิธีการทางการค้า (รม SO_2) และ pre-cooling ด้วยน้ำแข็ง วิธีการค้าส่งไปจีน ฝั่งให้แห้ง จำนวน 3 ตะกร้า (ซ้ำ) ต่อกรรมวิธีรวมทั้งหมด 12 ซ้ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C , 85% RH นาน 21-28 วัน สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทุกสัปดาห์ ได้แก่ คะแนนการเกิดสีน้ำตาล 5 ระดับ (1 = ผลปกติ, 3 = ผลเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่า 25% และ 5 = ผลเกิดสีน้ำตาลมากกว่า 50%) คะแนนการเปลี่ยนสีของเนื้อผล เปรอร์เซ็นต์การเกิดโรค และนำมาבודตรวจวัดพีเอชของเปลือกและเนื้อผล การสูญเสียน้ำหนัก การวัดสีของเปลือกผล บันทึกค่าที่ได้ในรูป L^* และ a^* value และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยคะแนน 5 ระดับ วิธี hedonic scaling สำหรับสีผิวและคุณภาพเนื้อผล

2) ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในเขตภาคเหนือตอนบน โดยใช้แบบสอบถามทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและผู้ประกอบการ รวม 184 คน นำเทคโนโลยีสารทดแทนที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาทดสอบการยอมรับด้วยแบบสอบถามกลุ่มผู้บริโภค และผู้ประกอบการ ได้แก่ การแช่ลีนี่ส์พันธุ์ฮงฮวยใน HCl 1%+SMS 3% นาน 5 นาที (ความเข้มข้น SMS เดิม 1%) แช่ใน ClO_2 0.6% นาน 4 นาที (ความเข้มข้นเดิม 0.5%) นำไปเก็บรักษานาน 7 วันที่ 5°C , 85% RH นำมาทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีทางการค้า คือ รมด้วย SO_2 กับกลุ่มประชากรเขตภาคเหนือตอนบนพื้นที่สำรวจได้แก่ อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ และโรงคัดบรรจุจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ได้แก่ กลุ่มภาครัฐ ผู้ประกอบการ พ่อค้า นักศึกษา เกษตรกร เป็นต้น วิเคราะห์ความถี่ และค่าร้อยละโดยเฉลี่ย

ผลและวิจารณ์ผล

1) ในกรรม SO_2 , ClO_2 และการแช่ HCl+SMS มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกนอกต่ำที่สุด มีค่าระหว่าง 1.2-2.3 (จาก 5 คะแนน) และต่ำกว่าเกณฑ์คะแนนการยอมรับ 3.0 ระหว่างการเก็บรักษานาน 7- 21 วัน (Fig. 1a) สำหรับสีผิว การแช่ ClO_2 ความเข้มข้น 0.5% นาน 4 นาทีให้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกด้านในสูงกว่า HCl+SMS และ SO_2 ตามลำดับ (Fig. 1b) ในขณะที่การเปลี่ยนสีของเนื้อผล ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสีเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บไว้นาน 21 วัน (Fig. 1c) ส่วนการเน่าเสีย การใช้ HCl+SMS และ ClO_2 ทำให้ผลมีการเน่าเสียน้อยที่สุด (Fig. 1d) การรมด้วย SO_2 การแช่ HCl+SMS และ ClO_2 มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกนอกต่ำที่สุด สอดคล้องกับค่าความสว่าง คือ L^* จากการวัดสีผิวของเปลือกผลที่มีค่าสูงตลอดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน (Fig. 1e) ส่วนค่าสีแดงเมื่อวัดจากค่า a^* ที่เป็นบวก พบว่าการแช่ HCl+SMS และ ClO_2 ทำให้ค่าสูงตลอดอายุการเก็บรักษานาน 28 วันเมื่อเปรียบเทียบกับ SO_2 และผลลีนี่ส์ที่ผ่านการทำ precooling อย่างเดียว (Fig. 1f) โดยการแช่ HCl+SMS จะได้ก๊าซ SO_2 และค่าพีเอชของสารละลายเป็นกรด สอดคล้องกับพีเอชเปลือกที่ต่ำกว่า SO_2 (Fig. 2e) ทำให้สีผิวคืนเป็นสีชมพูเร็วกว่า SO_2 หลังผ่านไป 7 วัน ในช่วงสัปดาห์แรกสีผิวเป็นสีเหลืองแกมชมพู สังเกตจากค่า a^* ต่ำกว่าผลที่แช่ ClO_2 แต่สูงกว่าผลที่รมด้วย SO_2 ที่สีผิวเหลืองเขียวชัดเจน จากนั้นผิวเริ่มเปลี่ยนเป็น

สีชมพูเมื่อวัดจากค่า a^* แต่ไม่แตกต่างจากผลที่แช่ ClO_2 ในสัปดาห์ที่สอง และค่าสูงกว่าผลที่รมด้วย SO_2 ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน ผลของงานวิจัยนี้สอดคล้องกับการแช่ลิ้นจี่ใน SMS และตามด้วย HCl ของ Yu et al. (2012) ที่พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินสูงขึ้น

การยอมรับของผู้บริโภค ผลที่แช่ด้วย ClO_2 และ HCl+SMS มีคะแนนสูงกว่า 3.0 ใน เมื่อเก็บรักษานาน 7- 21 วัน สูงกว่าผลที่รมด้วย SO_2 ในวันที่ 21 (Fig. 2a) สีผิวที่เปลือกใน ผลที่รมด้วย SO_2 และแช่ HCl+SMS มีคะแนนการยอมรับสูงกว่าผลที่แช่ ClO_2 ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 21 วัน (Fig. 2b) ส่วนคุณภาพด้านสีเนื้อ ความแน่นเนื้อ รสชาติ กลิ่น โดยรวม ทุกกรรมวิธีให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Fig. 2c-d) แต่การใช้ ClO_2 ทำให้คะแนนของกลิ่น รสชาติ และคุณภาพโดยรวมสูงกว่าการรม SO_2 พิเศษของเปลือกและเนื้อผล การแช่ ClO_2 ทำให้พีเอชของเปลือกลดต่ำกว่าทุกกรรมวิธี รองลงมาได้แก่ HCl+SMS, SO_2 และ precooling ตามลำดับ (Fig. 2e) สำหรับพีเอชของเนื้อ การแช่ HCl+SMS ทำให้ค่าต่ำลงเมื่อเก็บรักษานาน 7 วันแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (Fig. 2f) และการสูญเสียน้ำหนัก มีค่าสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษาและไม่แตกต่างกันทางสถิติ

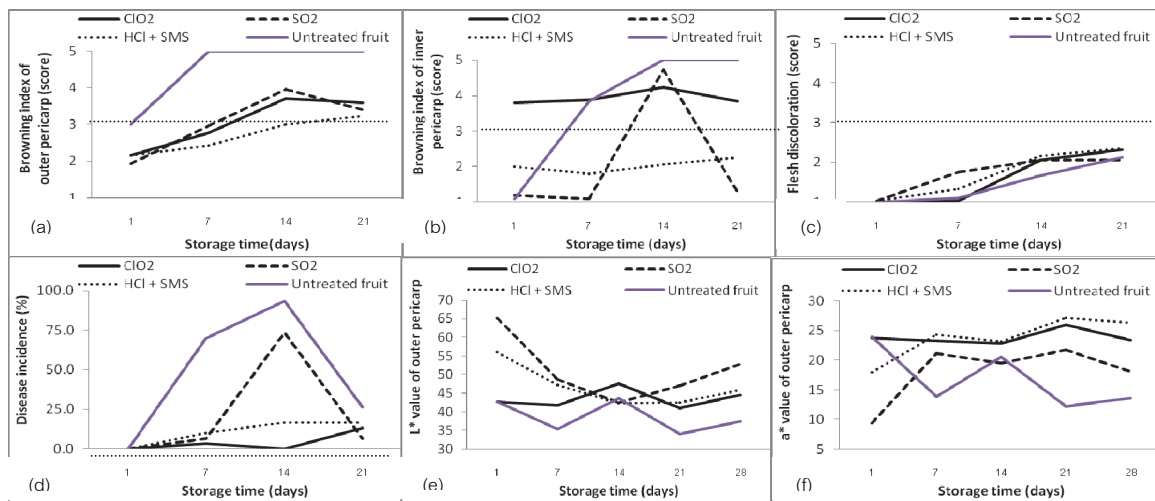


Fig.1 Effects of dipping in 0.5% ClO_2 compared with 1% HCl+1% SMS and SO_2 on pericarp browning of outer and inner side (a-b), flesh discoloration (c), disease incidence (%) after display at ambient temperature for 3-7 days (d), lightness (L^*) (e) and redness (a^*) (f) of fruit pericarp of litchi during storage at 5 °C, 85% RH for 28 days. Dot line represents limit of acceptance.

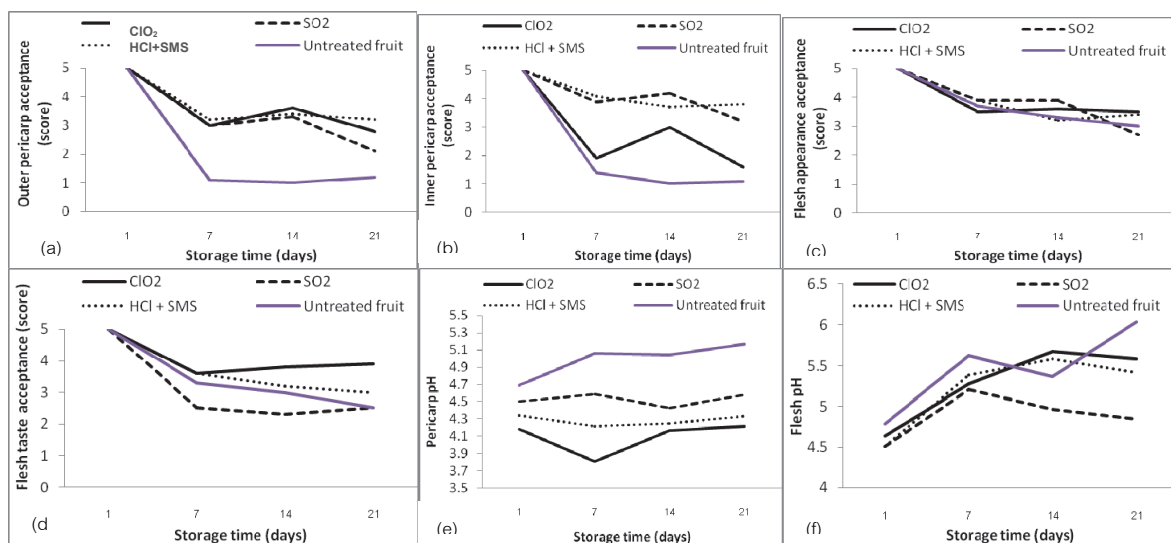


Fig.2 Effects of dipping in 0.5% ClO_2 compared with 1% HCl+1% SMS and SO_2 on sensory evaluation of inner and outer fruit pericarp (a-b) and fruit flesh, i.e. flesh acceptance (c) taste (d) and chemical changes, i.e. pericarp pH (e) and flesh pH (f) during storage at 5 °C, 85% RH for 21 days.

2) ผู้ตอบแบบสอบถามรวม 184 คน ส่วนมากเป็นเพศหญิง 103 คิดเป็นร้อยละ 56 และเป็นกลุ่มนักเรียนนักศึกษาที่มีการศึกษาระดับชั้นมัธยม คิดเป็นร้อยละ 47.8 และมีกลุ่มผู้ประกอบการ คิดเป็นร้อยละ 3.0 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากชอบทานผลลิ้นจี่ คิดเป็นร้อยละ 87 สำหรับผลการยอมรับกรรมวิธีสำหรับใช้ส่งออก ผู้บริโภคจำนวน 93 คน ชอบผลลิ้นจี่ที่ใช้ ClO_2 0.6% มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.6 กรรมวิธีที่ผู้บริโภคชอบรองลงมาได้แก่ ผลที่รม SO_2 และผลที่แช่ HCl+SMS จำนวน 46 และ 38 คน คิดเป็นร้อยละ 26 และ 21.5 ตามลำดับ (Table 1) เมื่อทดสอบการยอมรับแยกกันระหว่างเปลือกกับเนื้อโดยมีเกณฑ์การยอมรับที่คะแนนมากกว่า 3.0 (ผลรวมความถี่ที่มีคะแนนระหว่าง 3.0-5.0) พบผู้บริโภคที่ชอบลิ้นจี่ที่ผ่านแช่ด้วย ClO_2 0.6% มีความถี่ของการยอมรับภายหลังการทดสอบโดยการประเมินสีผิวเปลือกและคุณภาพของเนื้อผล เท่ากับ 164 และ 155 คน ตามลำดับ โดยผู้บริโภคชอบสีแดงของผิวเปลือกหลังแช่ ClO_2 มากที่สุด ส่วนกรรมวิธี HCl 1%+SMS 3% ทำให้ความถี่ของการยอมรับในด้านสีผิวเปลือกและคุณภาพของเนื้อ เท่ากับ 138 และ 161 คนตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการค้า SO_2 มีความถี่ของการยอมรับในด้านสีผิวเปลือกและคุณภาพของเนื้อ เท่ากับ 131 และ 154 คนตามลำดับ (Table 2) โดยสรุปแล้ว ผู้บริโภคชอบผิวสีแดงของผลที่แช่ ClO_2 มากที่สุด จำนวน 164 คน และสำหรับคุณภาพเนื้อชอบผลที่แช่ HCl + SMS มากที่สุดรวม 161 คน ดังนั้นทั้งสองกรรมวิธีจึงสามารถนำไปทดสอบการส่งออก แต่ในขั้นนี้ วิธีที่น่าจะนำไปทดสอบได้ดีในเชิงการค้า คือ HCl 1%+SMS 3% เพราะมีต้นทุนต่ำกว่า ClO_2 และทำให้คุณภาพเนื้อดีกว่า

Table 1 Acceptance testing of some treatments for extending shelf life of litchi for export

	SMS+HCl	SO_2	ClO_2
Frequency (people)	38	46	93
(%)	21.5	26	52.6

Table 2 Frequency of liking based on pericarp color and flesh acceptances

Fruit quality	Rating scale	SMS+HCl	SO_2	ClO_2
Pericarp color	1	12	15	5
	2	28	29	11
	1-2 in total	40 (21.7%)	44 (23.9%)	16 (8.7%)
	3	37	33	26
	4	87	80	76
	5	14	18	62
3-5 in total		138 (75%)	131 (71.2%)	164 (89.1%)
Taste	1	3	7	7
	2	17	11	18
	1-2 in total	20 (10.9%)	18 (9.8%)	25 (13.6%)
	3	26	25	27
	4	100	91	75
	5	35	38	53
3-5 in total		161 (87.5%)	154 (83.7%)	155 (84.2%)

สรุปผล

การแช่ HCl 1% + SMS 1-3% ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาลิ้นจี่ได้นาน 21 วันที่ 5 °C, 85% RH โดยช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกได้ดีทั้งด้านนอกและด้านใน สีเนื้อเกิดความผิดปกติน้อย ลดการเน่าเสียได้ดี และพบคะแนนการยอมรับสูงระหว่างการเก็บรักษา และยังพบค่าตกค้างของ SO_2 ต่ำในผลโดยพบในเนื้อผลต่ำกว่า 10 ppm (เกณฑ์ของ EU) พบค่าตกค้างทั้งผลต่ำกว่า 50 ppm (เกณฑ์ของสิงคโปร์) ภายหลังการเก็บรักษาผ่านไป 7 วัน และการเตรียมสารปลอดภัยกว่า ClO_2

เอกสารอ้างอิง

Yu, S.L., L.C. Nan and S.K. Lih. 2012. Influence of dipping in sodium metabisulfite on pericarp browning of litchi cv. Yu Her Pau (Feizixiao). *Postharv. Biol. Technol.* 68: 72-77.