

สารละลาย GRAS ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะพร้าวอ่อนอินทรีย์  
เพื่อทดแทนสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

Suitable GRAS Solution to Inhibit Browning of Young Organic Coconut  
Instead of Using Sodium Metabisulfite

เจริญ ขุนพรหม<sup>1,2</sup> จิตติมา จิรโพธิธรรม<sup>1,2</sup> บุญญรัตน์ กมขุนทด<sup>1</sup> และพิษณุ บุญศิริ<sup>3</sup>  
Charoen Kunprom<sup>1,2</sup>, Jittima Jirapothithum<sup>1,2</sup>, Boonyarat Klomkhuntod<sup>1</sup> and Phitsanu Bunsin<sup>3</sup>

Abstract

Sodium metabisulfite (SMS) is the best browning inhibitor for trimmed young coconut. However, SMS could contaminate coconut pulp and juice. Therefore, this study was to reduce browning in organic coconut by using other GRAS solutions instead of SMS. The husk of organic coconut was cut off at the top and the bottom of fruit leaving the green husk at the middle. After that the fruits were sanitized with 200 ppm of NaOCl and subject to 4 treatments: dipping for 5 min in 3% SMS, 3% Oxalic acid + 0.2% Benzoic acid (OB), 3% Oxalic acid + 0.5% Acetic acid (OA) and 3.5% Ascorbic acid + 2.5% Citric acid (AC). They were stored at  $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $90\pm 5\% \text{RH}$ . It was found that young coconut in all treatments had the storage life of 6 weeks. There were non-significant differences in browning inhibition and color change in young coconut treated with OB, OA and SMS. It was found that the browning of fruit treated with AC begun at 4 weeks in storage. No significance differences of in total soluble solids, titratable acidity and eating quality was found in all treatments. This experiment showed that SMS could be replaced with OB and OA solutions to inhibit browning of young coconut.

**Keywords:** GRAS, browning, young coconut

บทคัดย่อ

โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) เป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะพร้าวอ่อนตัดแต่งเปลือกได้ดีที่สุด แต่ทำให้เกิดสารพิษตกค้างในน้ำและเนื้อ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการใช้สารละลาย GRAS อื่นๆ มาใช้ทดแทน SMS เพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลและหลีกเลี่ยงสารพิษตกค้าง ทำการตัดแต่งเปลือกส่วนหัวและท้ายของผลมะพร้าวอ่อนอินทรีย์ ให้เหลือเปลือกเขียวตรงกลางผลไว้ ก่อนนำมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์เข้มข้น 200 พีพีเอ็ม แบ่งมะพร้าวออกเป็น 4 ทรีตเมนต์แช่ในสารละลายต่างๆ กัน เป็นเวลา 5 นาที ดังนี้คือ แช่ในสารละลาย 3%SMS (ชุดควบคุม) 3%Oxalic acid + 0.2%Benzoic acid (OB) 3%Oxalic acid + 0.5%Acetic acid (OA) และ 3.5%Ascorbic acid + 2.5%Citric acid (AC) นาน 5 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $2\pm 1^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์  $90\pm 5\%$  จากการทดลองพบว่า มะพร้าวอ่อนในทุกทรีตเมนต์มีอายุการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ ทั้งนี้การใช้สารละลาย OB และ OA สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีไม่แตกต่างจากการใช้ SMS แต่การใช้สารละลาย AC สีเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพ พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และคุณภาพการบริโภคของมะพร้าวอ่อนในทุกทรีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้นสามารถนำสารละลายของ OB และ OA ทดแทนการใช้ SMS เพื่อเป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในมะพร้าวอ่อนได้

**คำสำคัญ:** GRAS, การเกิดสีน้ำตาล, มะพร้าวอ่อน

<sup>1</sup> ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>2</sup> Postharvest Technology Center, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>3</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>2</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>3</sup> ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

<sup>3</sup> Central Laboratory and Greenhouse Complexes, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

## คำนำ

มะพร้าว (*Cocos nucifera* Linn.) เป็นพืชที่สามารถปลูกได้ง่ายในสภาวะภูมิประเทศอย่างประเทศไทย ทำให้พบเห็นการเพาะปลูกมะพร้าวได้ทุกภาคของประเทศ อีกทั้งมะพร้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจสามารถเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรจากการจำหน่ายทั้งภายในและนอกประเทศ ในรูปของมะพร้าวสดและมะพร้าวแปรรูป สำหรับมะพร้าวน้ำหอมนั้นมีความสำคัญต่อการส่งออกของประเทศ เนื่องจากมีความต้องการของผู้บริโภคจำนวนมาก เพราะมีกลิ่นหอม รสหวาน จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้เกษตรกรเพาะปลูกเพื่อส่งออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศจำนวนมาก มะพร้าวน้ำหอมที่จำหน่ายภายในและภายนอกประเทศเป็นมะพร้าวที่ต้องผ่านการตัดแต่ง แต่ปัญหาที่พบหลังทำการตัดแต่ง คือ การเกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทำให้เสียโอกาสในการจำหน่าย (สุพจน์, 2543) ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้ด้วยการใช้สารในกลุ่มซัลไฟด์ เช่น โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ (SMS) หรือสารฟอกขาว การใช้ 3% SMS สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและลดการเกิดเชื้อราที่เปลือกขาวของมะพร้าวอ่อนได้ (จริงแท้ และ โสภิตา, 2549) โดยไม่พบสารพิษตกค้างเมื่อแช่มะพร้าวอ่อนเป็นเวลา 10 นาที (กิรพันธ์, 2553) แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้ SMS มีข้อจำกัดสำหรับบางประเทศที่ไม่อนุญาตให้ใช้สารนี้หรือบางประเทศที่ต้องการมะพร้าวในรูปแบบอินทรีย์ ซึ่งการใช้ SMS จะทำให้เสียโอกาสในการจำหน่ายมะพร้าวไปยังอีกหลายประเทศ หากมีการใช้สารอื่นทดแทนและให้คุณสมบัติเช่นเดียวกับ SMS ก็น่าจะสามารถเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะปลูกมะพร้าวได้มากขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าการส่งออกมะพร้าวสดไปยังต่างประเทศมากขึ้น โดยสารเคมีในกลุ่ม Generally recognized as safe (GRAS) เช่น ascorbic acid benzoic acid citric acid oxalic acid และ acetic acid เป็นสารเคมีที่ผ่านการรับรองโดยองค์การอาหารและยา ว่าสามารถใช้เติมลงไปในการรับประทานได้อย่างปลอดภัย นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารโดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2556) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สารละลายในกลุ่ม GRAS มาทดแทนการใช้ SMS ในการลดการเกิดสีน้ำตาลของมะพร้าวอ่อนตัดแต่งสด

## อุปกรณ์และวิธีการ

นำมะพร้าวอินทรีย์จากสวนของเกษตรกรใน อำเภอดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี ขนส่งด้วยรถห้องเย็นมายังห้องปฏิบัติการศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำมะพร้าวมาล้างด้วยคลอรีนความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม จากนั้นใช้มีดทำการควั่นมะพร้าว แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ 1. แช่ในสารละลาย 3%SMS (ชุดควบคุม) 2. แช่ในสารละลาย 3%oxalic acid + 0.2%benzoic acid (OB) (ดัดแปลงจากการทดลองของ พนิดา และคณะ, 2554) 3. แช่ในสารละลาย 3%oxalic acid + 0.5%acetic acid (OA) (ดัดแปลงจากการทดลองของ อนุธรรม และคณะ, 2556) และ 4. แช่ในสารละลาย 3.5%Ascorbic acid + 2.5%Citric acid (AC) โดยแช่สารเป็นเวลา 5 นาที นำขึ้นผึ่งให้แห้ง หุ้มด้วยพลาสติก PVC ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส บันทึกผลการทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก คุณภาพที่มองเห็นด้วยตา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design: CRD) (สิ่งทดลอง 1 ผลต่อซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS version 15 (Statistical package for social science) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลอง พบว่า มะพร้าวอินทรีย์ที่ผ่านการแช่สาร SMS OB และ OA มีอายุการเก็บรักษาและมีคุณภาพที่ยอมรับได้ของผู้บริโภคเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยคะแนนคุณภาพที่มองเห็นด้วยตาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Figure 1) ที่พบว่ามะพร้าวอินทรีย์ที่แช่สาร AC มีการเปลี่ยนแปลงสีเป็นสีน้ำตาลเร็วกว่าที่รีตเมนต์อื่นๆ จะเห็นได้จากค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ที่ลดลง (Figure 1A) และค่าสีแดง ( $+a^*$ ) (Figure 1B) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) (Figure 1C) ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าที่รีตเมนต์อื่นๆ สำหรับมะพร้าวที่แช่ในสาร SMS จะมีเปลือกขาวมากที่สุด เนื่องจากมี  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  คงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และต่ำกว่าที่รีตเมนต์อื่นๆ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของค่า  $L^*$  และ  $a^*$  ของมะพร้าวอินทรีย์ที่แช่ในสาร SMS OA และ OB แต่มะพร้าวอินทรีย์ที่แช่ใน OB และ OA มีค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้น ดังนั้นมะพร้าวที่แช่ใน OB และ OA จึงมีเปลือกสีเหลืองมากกว่ามะพร้าวที่แช่ใน SMS สำหรับการแช่สาร SMS นั้นไม่พบการเจริญของเชื้อราเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในขณะที่การแช่สาร OB พบการเจริญของเชื้อราในสัปดาห์ที่ 4 และ OA พบการเจริญของเชื้อราในสัปดาห์ที่ 6 แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าให้ค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2A) ทั้งนี้เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นคุณภาพที่มองเห็นด้วยตามีคะแนนลดลงในทุกที่รีตเมนต์โดยมะพร้าวที่แช่สาร AC มีคะแนนลดลงมากที่สุด (Figure

1B) เช่นเดียวกับการทดลองของพินดาและคณะ (2554) พบว่าการแช่มะพร้าวตัดแต่งใน oxalic acid สามารถป้องกันการเกิดรา ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งได้ดีเทียบเท่ากับโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือการใช้สารละลาย oxalic acid ร่วมกับ acetic acid สามารถควบคุมการเกิดราได้ดี เปลือกมะพร้าวมีความขาวน้อยกว่า การใช้ SMS เล็กน้อย (อนรรฆ และคณะ, 2556) แต่สำหรับมะพร้าวอินทรีย์ที่แช่สาร AC พบว่า มีอายุการเก็บรักษาและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพียง 4 สัปดาห์เท่านั้น โดยพบการเจริญของเชื้อราและแสดงอาการสีน้ำตาลมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ (Figure 1) เนื่องมาจากเป็นสารละลายผสมระหว่าง ascorbic acid และ citric acid ซึ่งเป็นสารที่มีความเสถียรค่อนข้างน้อย ดังนั้นเมื่อทำปฏิกิริยาจนหมดไป สีน้ำตาลก็จะปรากฏขึ้น (Altunkaya and Gokmen, 2009) อีกทั้งยังสามารถถูกทำลายจากการออกซิไดซ์ทางอากาศได้ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลต่อเปลือกขาวของมะพร้าวอ่อนยังไม่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับ oxalic acid Benzoic acid หรือ acetic acid (Sapers and Ziolkowski, 1987)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่า มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยการแช่สารแต่ละชนิดไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (ไม่แสดงข้อมูล)

คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหอมของมะพร้าว (Figure 3A) กลิ่นผิดปกติ (Figure 3B) ความหวาน (Figure 3C) ความเปรี้ยว (Figure 3D) และความชอบ (Figure 3E) พบว่า มีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาสั้นขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ทดสอบชิมให้ค่าการทดสอบที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติของมะพร้าวอ่อนอินทรีย์ในทุกๆ ทรีตเมนต์ (Figure 3)

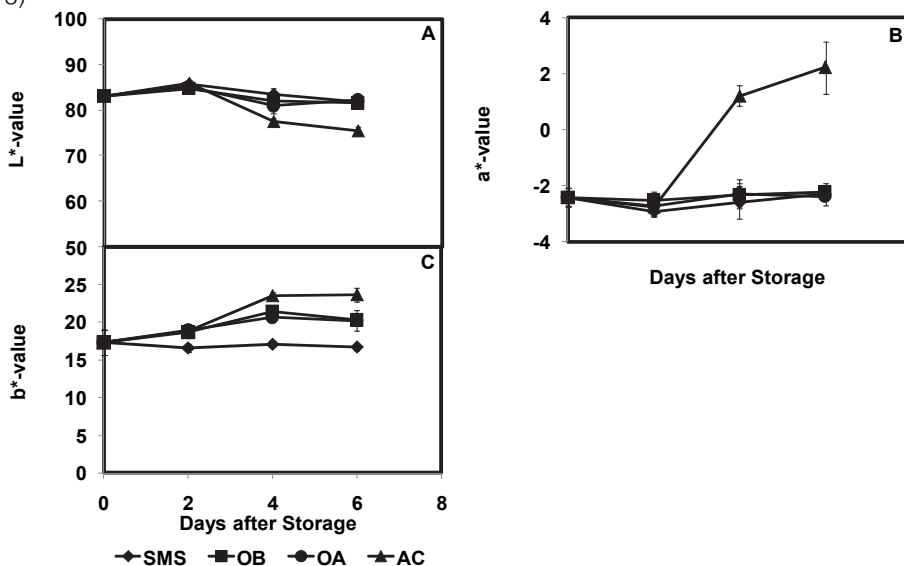


Figure 1 Discoloration of young organic coconut after dipping in 3%SMS (control), 3%Oxalic acid+0.2%Benzoic acid (OB), 3%Oxalic acid+0.5%Acetic acid (OA) and 3.5%Ascorbic acid + 2.5%Citric acid (AC) and stored at 2 °C for 6 weeks

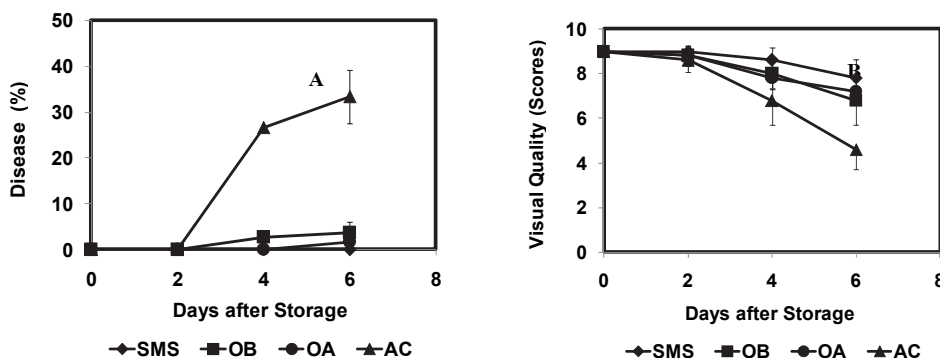


Figure 2 Disease (A) and visual quality (B) of young organic coconut after dipping in 3%SMS (control), 3%Oxalic acid+0.2%Benzoic acid (OB), 3%Oxalic acid+0.5%Acetic acid (OA) and 3.5%Ascorbic acid+2.5%Citric acid (AC) and stored at 2 °C for 6 weeks

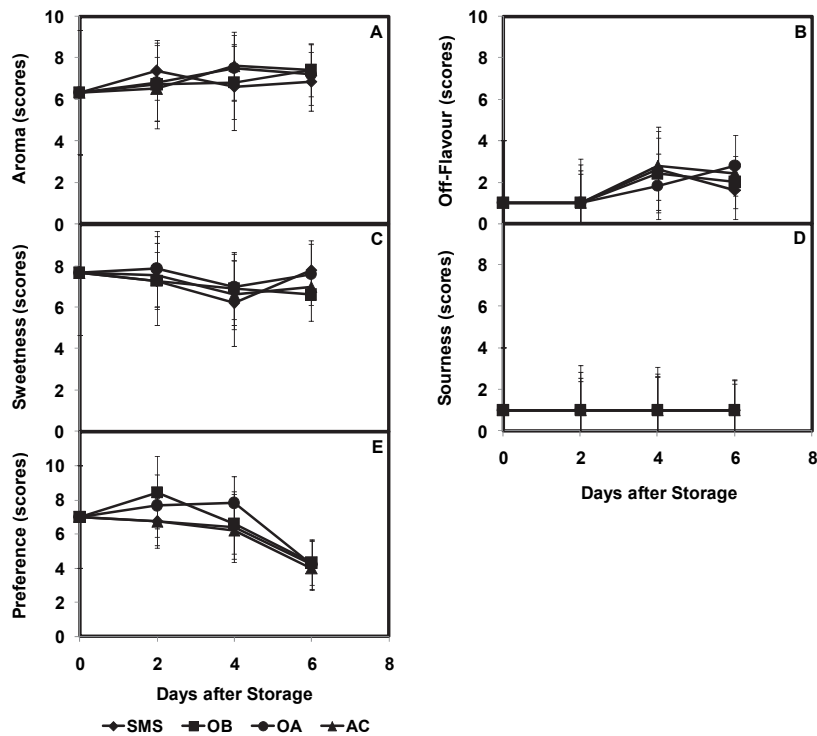


Figure 3 Eating quality in terms of aroma (A), off-flavour (B), sweetness (C), sourness (D) and preference (E) scores of young organic coconut after dipping in 3%SMS (control), 3%Oxalic acid+0.2%Benzoic acid (OB), 3%Oxalic acid+0.5%Acetic acid (OA) and 3.5%Ascorbic acid+2.5%Citric acid (AC) and stored at 2 °C for 6 weeks

**สรุป**

การใช้สารละลาย 3%Oxalic acid+0.2%Benzoic acid (OB) และ 3%Oxalic acid+0.5%Acetic acid (OA) ซึ่งเป็นสารละลายในกลุ่ม GRAS สามารถทดแทนการใช้ SMS ได้ ในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาล โดยสีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน รุ่นที่ 53 ที่สนับสนุนทุนการวิจัย ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่สนับสนุนอุปกรณ์สำหรับทำงานวิจัย และศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนสถานที่ทำการวิจัย

**เอกสารอ้างอิง**

กิรนนท์ เหมาะะประมาณ. 2553. ปัจจัยที่มีผลต่อการตกค้างของสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในผลมะพร้าวอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิ่งแท้ ศิริพานิช และโสภิตา ริยะกุล. 2549. การลดปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและเชื้อราบนผลมะพร้าวอ่อนที่ปอกเปลือกแล้ว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37 (5 พิเศษ): 50-53.

พนิดา พวงพันธ์, ชัยรัตน์ เตชวุฒิมพร, อภิรดี อุทัยรัตนกิจ, ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และวาริช ศรีละออง. 2554. การใช้สารทดแทนโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะพร้าวน้ำหอม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42(3 พิเศษ): 53-56.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานพนนท์. 2556. Generally Recognized as Safe (GRAS). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1012/generally-recognized-as-safe-gras>. (10 มิถุนายน 2558).

สุพจน์ ตั้งจิตพร. 2543. มะพร้าวน้ำหอม. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชลบุรี, กรมอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ, ชลบุรี. 366 หน้า.

อนรรฆ พรอคเจริญ, เกียรติไกร มีถาวร, อวรรรณ ปลื้มจิตร และกิรนนท์ เหมาะะประมาณ. 2556. ผลการใช้สารทดแทนโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และอุณหภูมิเก็บรักษาต่อคุณภาพผลมะพร้าวเจีย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44 (3พิเศษ):390-393.

Altunkaya, A. and V. Gokmen. 2009. Effect of various anti-browning agents on phenolic compounds profile of fresh lettuce (*L. sativa*). Food Chemistry 117: 122-126.

Sapers, G.M. and M. A. Ziolkowski. 1987. Comparison of erythorbic and ascorbic acids as inhibitors of enzymatic browning in apple. Journal of Food Science 52(6): 1732-1733.