

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



249145

การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อ
หลังการเก็บเกี่ยวโดยโบนโนเค็มกรดอะซิติก

ปัทมาธิ ชื่นผล

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2554



การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ
หลังการเก็บเกี่ยวโดยโซเดียมคลอไรด์

บัณฑิต ชันพล



วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2554

การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ
หลังการเก็บเกี่ยวโดยโซเดียมคลอไรด์

บัณฑิต ชันพล

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
ผศ. ดร. สุจิตรา รตนะมโน

.....กรรมการ
ผศ. ดร. กอบเกียรติ แสงนิล

.....กรรมการ
ผศ. ดร. จำนงค์ อุทัยบุตร

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ. ดร. กอบเกียรติ แสงนิล

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ. ดร. จำนงค์ อุทัยบุตร

3 ตุลาคม 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ แสงนิล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จานงค์ อุทัยบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาเป็นอย่างดีระหว่างทำการวิจัย อีกทั้งยังตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา รตนะมโน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนสถานที่เครื่องมือ และทุนวิจัยบางส่วนเพื่อใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ พี่ๆ รวมทั้งเพื่อนๆ และน้องๆ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สำหรับคำแนะนำการแก้ไขเล่ม ความช่วยเหลือด้วยดีระหว่างการทำวิจัย และให้กำลังใจเสมอมา

ท้ายที่สุดนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนทุนการศึกษา ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอด

บัณฑิต ขันพล

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไย
พันธุ์ค้อหลังการเก็บเกี่ยวโดยโซเดียมคลอไรด์

ผู้เขียน

นายบัณฑิต ชันพล

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. กอบเกียรติ แสงนิล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ. ดร. จำนงค์ อุทัยบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

249145

การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยวเป็นปัญหาสำคัญมีผลทำให้อายุการวางจำหน่ายผลสั้นลง วัตถุประสงค์ประการแรกของการศึกษาค้นคว้านี้เพื่อประเมินการใช้โซเดียมคลอไรด์ต่อการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของผลลำไยที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง โดยนำผลลำไยพันธุ์ค้อแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.001, 0.005, 0.01 และ 0.05% (W/V) เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำผลมาบรรจุลงในกล่องกระดาษและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5% เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงในเรื่องดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ความสว่าง (L^*) และสีเหลือง (b^*) ของเปลือกผล กิจกรรมของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) และเปอร์ออกซิเดส (POD) และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของเปลือกผล ผลการทดลองพบว่า การแช่ผลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่า รวมทั้งมีสีของเปลือกผลซึ่งแสดงในรูปค่า L^* และ b^* สูงกว่าชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล นอกจากนี้การแช่ผลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ยังมีผลลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD รวมทั้งชะลอการลดลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดด้วย โดยผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01 และ 0.05% สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีที่สุด รวมทั้งรักษาระดับปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดได้สูงที่สุด

วัตถุประสงค์ประการที่สองเพื่อศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกหรือกรดซิตริกต่อการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของผลลำไย โดยนำผลลำไยพันธุ์คอแซในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.01% ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกหรือกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้น 1.25, 2.5 และ 5% เป็นเวลา 10 นาที แล้วเก็บรักษาในสภาพเช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการแช่ผลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกหรือกรดซิตริกมีดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่า รวมทั้งสีของเปลือกผลซึ่งแสดงในรูปค่า L^* และค่า b^* สูงกว่าการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์เพียงชนิดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก 2.5% มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลได้ดีที่สุด ทั้งนี้การแช่ผลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.01% ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก 2.5 และ 5% สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และ POD ได้ดีที่สุด รวมทั้งรักษาสารประกอบฟีนอลทั้งหมดให้มีปริมาณสูงที่สุด สรุปได้ว่าการใช้โซเดียมคลอไรด์นับเป็นทางเลือกในการลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลและยังช่วยรักษาคุณภาพผลลำไย นอกจากนี้การใช้โซเดียมคลอไรด์ 0.01% ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก 2.5% ยังสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลได้ดีกว่าการใช้เฉพาะโซเดียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว

Thesis Title	Browning Control of Postharvested 'Daw' Longan Fruit Pericarp by Sodium Chlorite		
Author	Mr. Bundit Khunpon		
Degree	Master of Science (Biology)		
Thesis Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Kobkiat Saengnil	Advisor	
	Asst. Prof. Dr. Jamnong Uthaibutra	Co-advisor	

ABSTRACT

249145

Post-harvest pericarp browning is a major problem resulting in reduced shelf-life of longan (*Dimocarpus longan* Lour. cv. Daw) fruits. The first objective of this study was to evaluate the possibility of using sodium chlorite (SC) as an anti-browning agent for controlling enzymatic browning of harvested longan fruits during storage at ambient conditions. Longan fruits cv. Daw were dipped in 0.001, 0.005, 0.01 and 0.05% SC (W/V) for 10 minutes. The fruits were packed in cardboard boxes and stored at 25 °C with a relative humidity (RH) of 80±5% for 72 hours. Changes in browning index, color parameter (L^* and b^* values), polyphenol oxidase (PPO) activity, peroxidase (POD) activity, and total phenolic content were measured. The results showed that the fruits treated with SC had lower browning index, but higher L^* (lightness) and b^* (yellowness) values than those of the control group during storage for 48 hours. SC at a concentration of 0.01% was the most effective in reducing pericarp browning. The application of SC reduced PPO and POD activities and delayed a decrease in the total phenolic content. The treatment with 0.01 and 0.05% SC had the lowest PPO and POD activities, and maintained the highest total phenolic content.

The second objective was to study the effect of SC in combination with ascorbic acid or citric acid for controlling enzymatic browning of harvested longan fruits. Fruits were dipped in 0.01% SC (W/V) in combination with 1.25, 2.5 and 5.0% (W/V) ascorbic acid or citric acid for 10 minutes and stored in the same condition as previously described. The results showed that the fruits treated with SC in combination with ascorbic acid or citric acid had lower browning index, but higher L* and b* values than those of the control (without ascorbic acid and citric acid) during storage for 48 hours. The combination of 0.01% SC and 2.5% ascorbic acid was the most effective in reducing pericarp browning. The treatment with 0.01% SC in combination with 2.5 and 5% ascorbic acid had the lowest PPO and POD activities, and maintained the highest total phenolic content. In conclusions, SC is an alternative method for reducing pericarp browning and maintaining quality of harvested longan fruits and the combination of 0.01% SC and 2.5% ascorbic acid could be used to reduce pericarp browning more effectively than using only SC.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง ‘	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
สัญลักษณ์	๓
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	
2.1 ลักษณะทั่วไปของลำไย	3
2.2 ปัญหาการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไย	3
2.3 การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในฝักและผลไม้	12
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการวิจัย	31
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการวิจัย	69
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	78
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	87
ประวัติผู้เขียน	103

สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 ชนิดของสารประกอบฟีนอลที่เป็นสารตั้งต้นของเอนไซม์ PPO ในพืชบางชนิด

7

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1 ปฏิกริยาไฮดรอกซิเลชันของสารประกอบฟีนอลเร่งโดย monophenol oxidase	4
2 ปฏิกริยาไฮดรอกซิเลชันของสารประกอบฟีนอลเร่งโดย diphenol oxidase	5
3 ปฏิกริยาการเปลี่ยน deoxy form เป็น oxy form ของเอนไซม์ PPO	5
4 ปฏิกริยาการเปลี่ยนโครงสร้างของเอนไซม์ POD จาก inactive form ไปเป็น active form ที่พร้อมเร่งปฏิกริยาออกซิเดชัน	6
5 ปฏิกริยาเปอร์ออกซิเดชันโดยมีเอนไซม์ POD เร่งปฏิกริยา	6
6 สูตรโครงสร้างของแคตคอลและสารตั้งต้นของเอนไซม์ PPO ในพืชต่างๆ ที่มีโครงสร้างบางส่วนคล้ายแคตคอล	8
7 สูตรโครงสร้างทางเคมีของโซเดียมคลอไรด์	14
8 ปฏิกริยาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลโดยกรดแอสคอร์บิก	17
9 ปฏิกริยารีดอกซ์ผันกลับได้ (reversible redox) ของกรดแอสคอร์บิก และดีไฮโดรแอสคอร์บิก	18
10 คณิตการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	34
11 ผลลำไยในวันเริ่มต้นการทดลอง	35
12 ผลลำไยที่ผ่านการแช่ในการละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ รวมทั้งชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	36
13 ค่า L* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	37
14 ค่า b* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	38
15 คะแนนการประเมินคุณภาพกลิ่นของผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
16	คะแนนการประเมินคุณภาพรสชาติของเนื้อผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 40
17	คะแนนการประเมินคุณภาพลักษณะเนื้อผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 41
18	คะแนนการประเมินคุณภาพความแน่นเนื้อของเนื้อผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 42
19	คะแนนการประเมินคุณภาพการยอมรับของผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 43
20	ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 44 ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
21	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 47 ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
22	กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 48 ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
23	ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 49
24	ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 53 ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
25	ผลลำไยที่ผ่านสารแช่ในการละลายโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ 54 รวมทั้งชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
26 ค่า L* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	56
27 ค่า b* ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	57
28 คะแนนการประเมินคุณภาพกลิ่นของผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	58
29 คะแนนการประเมินคุณภาพรสชาติของเนื้อผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	59
30 คะแนนการประเมินคุณภาพลักษณะเนื้อผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	60
31 คะแนนการประเมินคุณภาพความแน่นเนื้อของเนื้อผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	61
32 คะแนนการประเมินคุณภาพการยอมรับของผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	62
33 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	63
34 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
35 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	67
36 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของเปลือกผลลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับกรดอินทรีย์ความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	68

สัญลักษณ์

%	= เปอร์เซนต์
°ซ	= องศาเซลเซียส
0.001% SC	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.001%
0.005% SC	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.005%
0.01% SC	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01%
0.05% SC	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.05%
0.01% SC + 1.25% AS	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% + สารละลายกรด แอสคอร์บิก 1.25%
0.01% SC + 2.5% AS	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% + สารละลายกรด แอสคอร์บิก 2.5%
0.01% SC + 5% AS	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% + สารละลายกรด แอสคอร์บิก 5%
0.01% SC + 1.25% C	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% + สารละลายกรด ซิตริก 1.25%
0.01% SC + 2.5% C	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% + สารละลายกรด ซิตริก 2.5%
0.01% SC + 5% C	= สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01% + สารละลายกรด ซิตริก 5%