



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การศึกษาสารเคมีทดแทน SO_2 เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไย
หลังการเก็บเกี่ยว

โดย นางสาวจิราภรณ์ สอดจิตร และ คณะ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาสารเคมีทดแทน SO_2 เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยว

คณะผู้วิจัย		สังกัด
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ สอดจิตร		มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผศ. ดร. ชีรพร	กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ดร. วาสนา	ณ ผื่น	มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชุดโครงการผลิตผลพืชสวน

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

บทคัดย่อ

การศึกษาศารเคมีทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด โดยเริ่มต้นศึกษาข้อมูลการปฏิบัติในทางการค้าของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาและการขนส่งลำไยจากเกษตรกรไปตลาดในประเทศและต่างประเทศ การศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีกลุ่มต่างๆ ได้แก่ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โพรพิลพาราเบน แคลเซียมคลอไรด์ เฮกซิลริซอร์ซินอล เอ็นอะเซทิลแอลลิสเตอีน กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิกและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ วิธีการใช้ที่เหมาะสม อุณหภูมิในการจุ่มสารที่เหมาะสมและปัจจัยร่วมที่เหมาะสมของสารเคมีชนิดที่คัดเลือกได้ เวลาและอุณหภูมิในการจุ่ม และการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และสารเคมีชนิดที่คัดเลือกได้ ผลการศึกษาข้อมูลการปฏิบัติในทางการค้าของลำไยหลังการเก็บเกี่ยวในภาคเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูนและพะเยาจากเกษตรกรจำนวน 150 รายพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว โดยดัชนีที่ใช้เก็บเกี่ยว ได้แก่ สีผิว ขนาดผล ลักษณะผลและความหวาน เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวทั้งช่วงเช้าและบ่าย ในการคัดเกรดลำไยพิจารณาจากขนาดผล จำนวนผลต่อช่อและสีผิว โดยแบ่งเป็น 4 เกรดคือ AA A B และ C เกษตรกรใช้ภาชนะบรรจุลำไยคือตะกร้าพลาสติกและกล่องกระดาษโดยบรรจุกล่องละ 10 - 11 กิโลกรัม เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ลดความร้อนแก่ลำไยหลังการเก็บเกี่ยวและไม่ได้นำลำไยไปรม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา การศึกษาข้อมูลการปฏิบัติในทางการค้าของลำไยหลังการเก็บเกี่ยวจากกลุ่มผู้ค้าลำไยจำนวน 30 กลุ่มพบว่าการคัดเกรดลำไยเช่นเดียวกับเกษตรกร เกณฑ์ในการรับซื้อพิจารณาจากผิวลำไยที่ปราศจากโรคและขนาดที่สม่ำเสมอในช่อ ภาชนะบรรจุที่ใช้คือเงานไม้ ขนาดบรรจุ 20 กิโลกรัม ตะกร้าพลาสติกขนาดบรรจุ 10 กิโลกรัม ส่วนใหญ่ไม่มีการ ลดความร้อน แต่มีการพรมน้ำ มีการขนส่งลำไยโดยรถยนต์และรถห้องเย็นปรับอากาศ การศึกษา ข้อมูลการปฏิบัติในทางการค้าของลำไยหลังการเก็บเกี่ยวจากผู้ค้าเพื่อส่งออกต่างประเทศของลำไยจำนวน 11 ราย พบว่าผู้ค้าเพื่อส่งออกรับซื้อลำไยเฉพาะพันธุ์อีดอ โดยรับซื้อที่โรงคัดบรรจุของบริษัท ทำการบรรจุลำไยในตะกร้าพลาสติกขนาดบรรจุ 11 กิโลกรัม ชั่งน้ำหนักและคัดเกรดและแบ่งเป็น 3 - 12 เกรด โดยใช้พนักงานที่ชำนาญ เกณฑ์การคัดเกรดได้แก่ ผิวลำไย ขนาดผลและความสม่ำเสมอของผล จากนั้นจึงนำไปรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ บรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ที่ปรับอุณหภูมิระหว่าง 2 - 4 องศาเซลเซียส

การศึกษานิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคมีต่างๆ พบว่าโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2,000 ppm สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด เอ็นอะเซทิลแอลลิสเตอีนความเข้มข้น 5 mM สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุดและแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ช่วยเพิ่มแข็งแรงให้กับผิวผลลำไยได้ จากนั้นนำสารเคมีแต่ละชนิดและความเข้มข้นที่คัดเลือกได้มาผสมกัน ศึกษาเวลาการจุ่มและพ่นสารเคมีผสมที่คัดเลือกได้พบว่าเวลาที่เหมาะสมที่สุดใช้การจุ่ม 5 นาที การศึกษาอุณหภูมิในการจุ่มสารที่เหมาะสมพบว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีผลทำให้สีผิวเปลือก

ลำไยมีความสว่างกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ การศึกษาปัจจัยร่วมที่เหมาะสมระหว่างสารเคมีผสมที่คัดเลือกได้ เวลาและอุณหภูมิในการจุ่มโดยเก็บรักษาลำไยที่ 4 ± 2 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้สารเคมีผสมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยการจุ่มเป็นเวลา 5 นาทีสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเปลือกลำไยได้ดีกว่าชุดควบคุม ในขณะที่ปริมาณวิตามินซี การสูญเสียน้ำหนัก การเน่าเสียและจำนวนจุลินทรีย์พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) การศึกษาอายุการเก็บรักษาลำไยโดยใช้สภาวะดังกล่าว พบว่าลำไยมีอายุการเก็บรักษานาน 10 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษานาน 8 วัน

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และสารเคมีชนิดที่คัดเลือกได้โดยการจำลองการขนส่งเพื่อจำหน่ายตลาดในประเทศโดยการขนส่งด้วยรถยนต์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีผิวของลำไยมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วันพบว่าค่า L^* ของลำไยที่จุ่มสารละลายผสมมีค่าต่ำกว่าและมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าแต่มีการร่วงของผลน้อยกว่าลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และการบรรจุลำไยในตะกร้าพลาสติกพบการเจริญของเชื้อราและเกิดการเน่าเสียของลำไยน้อยกว่าการบรรจุในกล่องกระดาษ ส่วนคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และสารเคมีชนิดที่คัดเลือกได้จากการจำลองการขนส่งด้วยรถห้องเย็นอุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เพื่อจำหน่ายตลาดต่างประเทศเป็นระยะเวลาประมาณ 15 ชั่วโมง พบว่าลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า L^* และค่า b^* สูงกว่าลำไยที่จุ่มสารเคมีที่คัดเลือกได้ ($p \leq 0.05$) และมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่า ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไยทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

Abstract

The study of sulfur dioxide substituted chemicals for shelf life extension of fresh longan, the commercial postharvest treatment, the storage conditions and transportation of longan for inland consumption and exportation, were investigated. The study of chemicals with various concentrations e.g. sodium metabisulfite, propyl paraben, calcium chloride, hexylresorcinol, N-acetyl-L-cysteine, citric acid, ascorbic acid and hydrogen peroxide, the methods for chemical application, the temperatures of chemical solution and the combination of selected conditions, were determined. The study of longan quality compared between longan treated with sulfur dioxide and selected conditions, was also compared. The result showed that the commercial postharvest treatment of 150 farmers in 3 main provinces that produces fresh longans (Chiangmai, Lampoon and Payao) were following. Most farmers harvest longan by hand, the harvest indexes were peel color, size of fruit, fruit characteristics and its sweetness. The farmers harvest fruits both in the morning and afternoon. The grading of longan was in consideration of size of fruits, fruits per bunch and peel color and were divided into 4 grades e.g. AA, A, B and C. The farmers used plastic containers and paper box and packed with 10 - 11 kg fresh longan. Most farmers did not lower field heat after harvesting and did not vaporized longan with sulfur dioxide for shelf life extension.

The study of commercial postharvest treatment of 30 purchased groups showed that the grading of longan was as same as the farmers and the criteria were peel color, fruits without plant pathogen and equally fruit size. The packages used were wood crates packed with 20 kg and plastic containers packed with 10 kg fresh longan. Most of them was not lower the field heat but sometimes spray fruits with plain water. The transportation of longan were done with normal cars and cars with controlled temperature chamber. The study of commercial postharvest treatment of 11 longan exporters found that they purchased only longan c.v. Door at the company packing plant. They packed 11 kg fresh longan in plastic containers, weighed and graded into 3 - 12 levels by skilful operators. The criteria for grading were peel color, equally size of fruits. The selected longan were subjected to vaporize with sulfur dioxide and then put in controlled temperature chamber (2 - 4 °C).

The study of suitable sulfur dioxide substituted chemicals and concentration found that 2,000 ppm sodium metabisulfite was the most effective for microorganism inhibition, 5 mM N-acetyl-L-cysteine was the most effective for browning reduction and 0.2% calcium chloride was helpful for strengthen of bunches. Each of selected chemical and its concentration was then mixed

and studied on the suitable method for chemical application, the optimum temperature of chemical solution and the combination of selected conditions. It was found that dipping longan with mixed solution at temperature of 50°C for 5 min was the most effective condition and could inhibit browning reaction better than the control. The vitamin C content, weight loss, spoilage and number of microorganisms of longan treated with mixed solution, were not significantly different than those of the control ($p>0.05$) and it was found that the shelf life of longan treated with mixed solution was 10 days which was 2 days more than that of the control.

The study of longan quality compared between longan treated with sulfur dioxide and mixed solution was investigated. For inland transportation using a normal car, the discoloration of both longan was similar when kept for 4 days at room temperature. The L^* value of longan treated with mixed solution tended to be less than that treated with sulfur dioxide, the weight loss tended to be more and the fall off fruits were less. The longan packed in plastic container had less number of microorganisms and less spoilage than that packed in paper box. The quality of longan compared between longan treated with sulfur dioxide and mixed solution for exportation using a controlled temperature container car of $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for 15 hour, was also investigated. It was found that the L^* and b^* values of longan treated with sulfur dioxide were higher than that treated with mixed solution ($p \leq 0.05$) and had less weight loss ($p \leq 0.05$). The total soluble solid contents of both longan were not significantly different ($p>0.05$).

ก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการศึกษาศารเคมีทดแทน SO_2 ยึดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยวประสบผลสำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมาก ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่อำนวยความสะดวกให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยจนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

มีนาคม 2549

จ
สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญเรื่อง	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ณ
1. บทนำ	1
2. การตรวจเอกสาร	2
3. วัตถุประสงค์	30
4. วิธีการทดลอง	31
5. ผลงานวิจัย	38
6. สรุปผลการทดลอง	182
7. เอกสารอ้างอิง	189
8. ภาคผนวก	200
9. ตารางสรุปผลงานในแต่ละช่วงเวลาของการทดลอง	212

ค
สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการแปรรูปอาหาร	23
ตารางที่ 5.1 ร้อยละของแบบสอบถามของเกษตรกรและผู้ค้าลำไย ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และพะเยา	39
ตารางที่ 5.2 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรที่ปลูกลำไยในเขตจังหวัด ในภาคเหนือ	41
ตารางที่ 5.3 สภาพการผลิตลำไยของเกษตรกรในเขตจังหวัดในภาคเหนือ	44
ตารางที่ 5.4 การตลาดและการแปรรูปลำไยของเกษตรกรที่ปลูกลำไยในเขตภาคเหนือ	52
ตารางที่ 5.5 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ค้าลำไยในเขตจังหวัดในภาคเหนือ	55
ตารางที่ 5.6 การแบ่งเกรดลำไยผลสดเพื่อส่งออกของบริษัทผู้ส่งออกรายหนึ่งใน อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่	72
ตารางที่ 5.7 การรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์การแปรรูปลำไยของผู้ค้าลำไยในเขต ภาคเหนือ	79
ตารางที่ 5.8 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเน่าเสียของลำไยเนื่องจากจุลินทรีย์	89
ตารางที่ 5.9 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการร่วงของผลลำไย	90
ตารางที่ 5.10 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการ สูญเสียน้ำหนักของลำไย	92
ตารางที่ 5.11 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า L^* ของลำไย	93
ตารางที่ 5.12 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b^* ของลำไย	94
ตารางที่ 5.13 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a^* ของลำไย	95
ตารางที่ 5.14 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า H^* ของลำไย	96

ตารางที่ 5.15 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า C* ของลำไย	97
ตารางที่ 5.16 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า L* ของลำไย	99
ตารางที่ 5.17 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b* ของลำไย	101
ตารางที่ 5.18 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a* ของลำไย	102
ตารางที่ 5.19 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า H* ของลำไย	103
ตารางที่ 5.20 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า C* ของลำไย	104
ตารางที่ 5.21 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อปริมาณการเน่าเสียของลำไย	107
ตารางที่ 5.22 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการร่วงของลำไย	109
ตารางที่ 5.23 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและ กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย	111
ตารางที่ 5.24 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อปริมาณการร่วง ของผลลำไย	112
ตารางที่ 5.25 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อปริมาณการเน่าเสียของลำไย	113
ตารางที่ 5.26 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า L* ของลำไย	114
ตารางที่ 5.27 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b* ของลำไย	115
ตารางที่ 5.28 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a* ของลำไย	116
ตารางที่ 5.29 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า H* ของลำไย	116
ตารางที่ 5.30 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า C* ของลำไย	117
ตารางที่ 5.31 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย	118
ตารางที่ 5.32 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า L* ของลำไย	119
ตารางที่ 5.33 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b* ของลำไย	120
ตารางที่ 5.34 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a* ของลำไย	120

ตารางที่ 5.35 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า H* ของลำไย	121
ตารางที่ 5.36 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า C* ของลำไย	122
ตารางที่ 5.37 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นต่างๆต่อการเน่าเสียของลำไย	123
ตารางที่ 5.38 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นต่างๆต่อการสูญเสียน้ำหนักของ	124
ตารางที่ 5.39 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นต่างๆต่อการร่วงของผลลำไย	124
ตารางที่ 5.40 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่างๆ ต่อการเน่าเสียของลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	126
ตารางที่ 5.41 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อการร่วงของผลลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	127
ตารางที่ 5.42 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	128
ตารางที่ 5.43 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อค่า L* ของลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	129
ตารางที่ 5.44 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.2 และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อค่า b* ของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	129
ตารางที่ 5.45 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อค่า a* ของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	130

ตารางที่ 5.46 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อค่า H* ของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	131
ตารางที่ 5.47 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อค่า C* ของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	132
ตารางที่ 5.48 ผลของอุณหภูมิของสารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อร้อยละการเน่าเสียของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	133
ตารางที่ 5.49 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อร้อยละการร่วงของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	134
ตารางที่ 5.50 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อร้อยละการสูญเสียน้ำหนักลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	135
ตารางที่ 5.51 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี L* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	136
ตารางที่ 5.52 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี b* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	136

ตารางที่ 5.53 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี a* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 (± 2) องศาเซลเซียส	137
ตารางที่ 5.54 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี H* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 (± 2) องศาเซลเซียส	138
ตารางที่ 5.55 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี C* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 (± 2) องศาเซลเซียส	139
ตารางที่ 5.56 ร้อยละของกรดของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยหุคควบคุม เก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียส	141
ตารางที่ 5.57 ร้อยละของวิตามินซีของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยหุคควบคุม เก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียส	142
ตารางที่ 5.58 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยหุคควบคุม	143

- ตารางที่ 5.59 ค่าสีของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 144
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยหูดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ
 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส
- ตารางที่ 5.60 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตา 146
 ไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ
 50 องศาเซลเซียสและลำไยหูดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส
- ตารางที่ 5.61 ร้อยละของการร่วงของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 147
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศา เซลเซียสและลำไยหูดควบคุม เก็บรักษาลำไย
 ที่อุณหภูมิ 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส
- ตารางที่ 5.62 ร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 148
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ
 50 องศาเซลเซียสและลำไยหูดควบคุม เก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 ($\pm$ 2)
 องศาเซลเซียส
- ตารางที่ 5.63 จำนวนจุลินทรีย์ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 152
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยหูดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ
 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส
- ตารางที่ 5.64 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 154
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ
 50 องศาเซลเซียสและลำไยหูดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

- ตารางที่ 5.65 อุณหภูมิระหว่างการขนส่งภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการ
แช่ในสารเคมีผสม โซเดียม เมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm
N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์
ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ
และตะกร้าพลาสติก 157
- ตารางที่ 5.66 อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการ
แช่ในสารเคมีผสม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm
N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์
ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ
และตะกร้าพลาสติก ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส
ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์ 159
- ตารางที่ 5.67 อุณหภูมิระหว่างการขนส่งของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine
ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2
เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วย
สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและ
ตะกร้าพลาสติก 160
- ตารางที่ 5.68 อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine
ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2
เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วย
สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก
เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์ 161

- ตารางที่ 5.69 ความขึ้นสัมพัทธ์ระหว่างการขนส่งภายในภาชนะบรรจุลำไย 162
 ที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm
 N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์
 ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
 และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่อง
 กระดาษและตะกร้าพลาสติก
- ตารางที่ 5.70 ความขึ้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาของภาชนะบรรจุลำไย 163
 ที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm
 N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์
 ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
 และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่อง
 กระดาษและตะกร้าพลาสติกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2
 องศาเซลเซียส ความขึ้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์
- ตารางที่ 5.71 ค่า L* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 164
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกทำการขนส่ง
 โดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร
- ตารางที่ 5.72 ค่า L* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 164
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับ
 การบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง
 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความขึ้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์
- ตารางที่ 5.73 ค่า a* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 165
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกทำการขนส่ง
 โดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 5.74	ค่า a* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์	166
ตารางที่ 5.75	ค่า b* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกทำการขนส่ง โดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร	167
ตารางที่ 5.76	ค่า b* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกเก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์	168
ตารางที่ 5.77	ค่า H* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกทำการขนส่ง โดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร	169
ตารางที่ 5.78	ค่า C* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกทำการขนส่ง โดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร	170

- ตารางที่ 5.79 ค่า H^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 171
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกเก็บรักษาไว้ที่
 อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์
- ตารางที่ 5.80 ค่า C^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 168
 ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
 แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที
 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกเก็บรักษาไว้ที่
 อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์
- ตารางที่ 5.81 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม 172
 โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine
 ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะ
 เวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและการรมด้วยสาร ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง
 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์
- ตารางที่ 5.82 ร้อยละการร่วงของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม 174
 โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine
 ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2
 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสาร
 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก
 เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์
- ตารางที่ 5.83 ร้อยละการเน่าเสียของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม 175
 โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine
 ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2
 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสาร
 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก
 เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

- ตารางที่ 5.84 ร้อยละผลที่เกิดเชื้อราของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสาร ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์ 176
- ตารางที่ 5.85 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ ในสารเคมีผสม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที และการรมด้วย สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและ ตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์ 177
- ตารางที่ 5.86 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการขนส่งของลำไย ที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วย สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ทำการขนส่ง โดยรถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 2 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง 178
- ตารางที่ 5.87 ค่า L^* , a^* , b^* H^* และ C^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ระหว่างการขนส่งโดยรถห้องเย็น อุณหภูมิ 2 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง 179

ตารางที่ 5.88 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ผลที่เป็นโรค ผลร่วง ผลเน่าเสีย และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ ในสารสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาทีและการรมด้วย สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ระหว่างการขนส่งโดยรถห้องเย็น อุณหภูมิ 2 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง

ณ
สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบใช้และไม่ใช้เอนไซม์	7
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลและการเกิดสีน้ำตาล	8
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของกรดซิตริก	16
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของกรดแอสคอร์บิกและไอโซเมอร์ของกรดแอสคอร์บิก	17
รูปที่ 2.5 Reversible Redox Reaction ของกรดแอสคอร์บิก และกรดไฮโดรแอสคอร์บิก	18
รูปที่ 5.1 วิธีการเก็บเกี่ยวลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ	46
รูปที่ 5.2 ดัชนีที่ใช้การเก็บเกี่ยวลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ	46
รูปที่ 5.3 เกษตรที่ใช้ในการคัดเกรดลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ	47
รูปที่ 5.4 ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ	48
รูปที่ 5.5 ปริมาณของลำไยที่ใช้ในการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ของเกษตรกรในภาคเหนือ	48
รูปที่ 5.6 ปริมาณของลำไยที่ใช้ในการบรรจุในกล่องกระดาษของ เกษตรกรในภาคเหนือ	49
รูปที่ 5.7 ปริมาณของลำไยที่ใช้ในการบรรจุในเข่งไม้ของเกษตรกร ในภาคเหนือ	49
รูปที่ 5.8 วิธีลดความร้อนลำไยหลังการเก็บเกี่ยว ของเกษตรกรในภาคเหนือ	50
รูปที่ 5.9 การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยของ เกษตรกรในภาคเหนือ	51
รูปที่ 5.10 ปัญหาในการจำหน่ายลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ	51
รูปที่ 5.11 เกษตรในการรับซื้อลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ	56
รูปที่ 5.12 ชนิดของภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไยของผู้ค้าในภาคเหนือ	57
รูปที่ 5.13 วิธีลดความร้อนลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ	57
รูปที่ 5.14 แหล่งจำหน่ายลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ	58
รูปที่ 5.15 ตะกร้าพลาสติกที่ใช้บรรจุลำไยเพื่อการส่งออก	67
รูปที่ 5.16 เกษตรกรนำลำไยมาขายที่จุดรับซื้อลำไยหรือที่โรงคัดบรรจุของบริษัท	68
รูปที่ 5.17 พนักงานของบริษัททำการคัดเกรดลำไย โดยการประเมินด้วยสายตา	70
รูปที่ 5.18 ตราสัญลักษณ์หรือสัญลักษณ์ที่ทางผู้ประกอบการใช้ในการคัดเกรด เพื่อจำหน่ายไปยังประเทศจีน หรือประเทศอินโดนีเซีย	71

รูปที่ 5.19	ตราสติกเกอร์หรือสัญลักษณ์ที่ทางผู้ประกอบการใช้ในการคัดเกรดเพื่อจำหน่ายไปยังประเทศในแถบยุโรป	72
รูปที่ 5.20	เชือกพลาสติกสำหรับมัดตะกร้าลำไยที่ผ่านการคัดเกรด	73
รูปที่ 5.21	ห้องที่ใช้สำหรับรมลำไยด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์	74
รูปที่ 5.22	ลำไยที่ผ่านการรมและไม่ได้รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์	75
รูปที่ 5.23	วิธีการขนส่งลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ	76
รูปที่ 5.24	ระยะเวลาในการขนส่งลำไยจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งจำหน่ายของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ	77
รูปที่ 5.25	ระยะเวลาในการวางจำหน่ายลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ	78
รูปที่ 5.26	ปัญหาในการวางจำหน่ายลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ	78
รูปที่ 5.27	รถตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ในการขนส่งลำไยไปยังท่าเรือ	81
รูปที่ 5.28	ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถูกนำมาเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ที่ปรับอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส	82
รูปที่ 5.29	แบบจำลองวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งของเกษตรกร	84
รูปที่ 5.30	แบบจำลองวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งของผู้ประกอบการค้าลำไยผลเพื่อการส่งออกต่างประเทศ	86
รูปที่ 5.30	แบบจำลองวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งของผู้ประกอบการค้าลำไยผลเพื่อการส่งออกต่างประเทศ	
รูปที่ 5.31	การประเมินคุณภาพการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกโดยการให้คะแนนของลำไยที่ใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	149
รูปที่ 5.32	การประเมินคุณภาพการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกของลำไยโดยการให้คะแนน ของลำไยที่ใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส	150

1. บทนำ

ลำไย (*Euphoria longan*) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งในแต่ละปีจะมีผลิผลลำไยออกสู่ตลาดในเดือนกรกฎาคม-กันยายน เพื่อส่งออกและใช้บริโภคภายในประเทศ การส่งลำไยไปจำหน่ายต่างประเทศนั้นรัฐบาลได้ให้การส่งเสริมการตลาดอย่างจริงจัง จึงกล่าวได้ว่าลำไยเป็นผลไม้ที่ประสบความสำเร็จในการส่งออกต่างประเทศมากที่สุด จัดอยู่ 1 ใน 10 ของสินค้าเกษตรที่ส่งออกในปี พ.ศ. 2543 มีการส่งออกลำไยหลังการเก็บเกี่ยว ประมาณ 97,359 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,055.86 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มจากปี พ.ศ. 2542 ที่ส่งออกในปริมาณ 44,746 ตัน 1,191.85 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร(oae.go.th) โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร) จะเห็นได้ว่าการส่งออกลำไยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น จากปัญหาการเน่าเสียของลำไยด้วยข้อจำกัดของอายุการเก็บที่สั้น ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นวิธีการที่จะปรับปรุงและรักษาคุณภาพของลำไยให้คงอยู่ในสภาพเดิมได้นานขึ้น กรรมวิธีที่นิยมใช้กันมาก คือ การรมควันด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์(พรัตน์และคณะ,2540)

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(sulfur dioxide, SO_2) เป็นวัตถุกันเสียที่อยู่ในกลุ่มวัตถุเจือปนในอาหาร (อุดมเกียรติ,2534) มีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลของอาหาร หรือเป็น reducing agent ทำให้มีสมบัติในการฟอกสี (ไพบุลย์,2532) ผู้ประกอบการส่วนใหญ่นิยมใช้รมควันลำไยเพื่อส่งออก แต่การใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์หากใช้ในปริมาณมากจะทำให้มีสารตกค้างในเปลือกและเนื้อลำไยมากกว่าปริมาณกำหนดจากการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยของพรัตน์และคณะ(2540) พบว่าลำไยส่งออกจำนวน 81 ตัวอย่างมีการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกร้อยละ 55.6 ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินมาตรฐานกำหนด คือมากกว่า 350 ppm คิดเป็นร้อยละ 39.5 สำหรับปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยมีค่ามาตรฐานกำหนดไว้ที่ 0 ppm พบว่ามีตัวอย่างที่มีการตกค้างในเนื้อคิดเป็นร้อยละ 25.9 ส่วนลำไยที่บริโภคภายในประเทศก็พบว่าการตกค้างในเปลือกร้อยละ 25 และทุกตัวอย่างมีปริมาณมากกว่า 350 ppm ส่วนในเนื้อลำไยก็มีการตกค้างเช่นกันคิดเป็นร้อยละ 10 จากการสำรวจจะเห็นได้ว่ามีปัญหาในเรื่องปริมาณการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากเกินไปเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ในอนาคตอันใกล้ประเทศไทยยังต้องเตรียมการเพื่อรองรับการค้าเสรีที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนมีการกีดกันทางการค้าด้วยกฎระเบียบระหว่างประเทศรวมทั้งคุณภาพของสินค้าซึ่งตลาดโลกกำหนด เพราะฉะนั้นจึงควรมีการลดปริมาณการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือหาสารเคมีขึ้นมาเพื่อทดแทนสารดังกล่าว การจัดการผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกวิธีจะสามารถรักษาคุณภาพเดิมของลำไยไว้ได้มากที่สุด เพื่อให้ผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศได้บริโภคลำไยที่มีรสชาติ คุณค่าทางโภชนาการ และลักษณะปรากฏเหมือนที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ การจัดการผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวให้ถูกต้องจะช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้า ผลผลิตที่มีคุณภาพดีจะมีช่องทางการจำหน่ายมากขึ้น โอกาสการขยายตลาดดีขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาสารเคมีชนิด GRAS (Generally Recognized As Safe) ที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additives) ชนิดที่เป็นวัตถุกันเสีย (Preservatives) ที่ใช้ในอาหารและสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล เพื่อทดแทนการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการยืดระยะเวลาการเน่าเสีย และทำให้สีผิวลำไยสวย โดยทำการศึกษาข้อมูลของลำไยหลังการเก็บเกี่ยวและกระบวนการขนส่ง ศึกษาชนิด ปริมาณของสารเคมีและสภาวะที่เหมาะสมในการใช้สารเคมีเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และลำไยที่ใช้สารชนิด GRAS

2. การตรวจเอกสาร

☐ สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันการเน่าเสียของลำไย

• โพรพิลพาราเบน (Propylparaben)

เป็นวัตถุกันเสียที่มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อราและยีสต์ได้ดีกว่าเบคทีเรีย มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในช่วง pH กว้าง คือตั้งแต่ 2-9 และ ขึ้นกับความยาวของ chain ถ้า chain ยาวความสามารถในการยับยั้งจะมาก แต่ในขณะเดียวกันความสามารถในการละลายจะลดลง ฉะนั้นในทางปฏิบัตินิยมใช้พาราเบน chain ยาว ผสมกับ chain สั้น ความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น propyl paraben 0.02 % หรือ methyl paraben 0.1 % สามารถยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus niger* ATCC 10254 propyl paraben 0.0063 % หรือ methyl paraben 0.05 % สามารถยับยั้งการเจริญของ *Penicillium digitatum* ATCC 10030 เป็นต้น สำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ จากการทดลองพบว่าไม่สะสมในร่างกาย เนื้อร่างกายมีกลไกขจัดความเป็นพิษ ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (ไพบูลย์, 2532)

การทำงานของพาราเบน

สำหรับปฏิกิริยาการต่อต้านจุลินทรีย์ของพาราเบนนั้น Shibasaki (1969) รายงานว่าประสิทธิภาพของสารพาราเบนเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความยาวของพันธะของส่วนอัลคิล (alkyl component) ปฏิกิริยาของสารประกอบเหล่านี้จะไปทำลายผนังเนื้อเยื่อเซลล์และทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดขึ้นภายในเซลล์ นอกจากนี้ยังจะไปทำปฏิกิริยากับโคเอนไซม์อีกด้วยเนื่องจากเอสเทอร์ของกรดพาราไฮดรอกซีเบนโซอิกเป็นสารประกอบที่ไม่แตกตัว ฉะนั้นปฏิกิริยาจึงไม่ขึ้นอยู่กับค่า pH ของอาหาร ทำให้สารประกอบนี้มีข้อได้เปรียบกว่าสารกันบูดพวกกรดอินทรีย์อื่น ๆ สารประกอบเหล่านี้เหมือนกับกรดซอร์บิกและกรดเบนโซอิก กล่าวคือ สารนี้ใช้ได้ผลดีกับพวกเชื้อรา นอกจากนี้ยังเป็นสารทำลายแบคทีเรียได้ดีกว่ากรดซอร์บิกและกรดเบนโซอิก การใช้สาร

ประกอบพาราเบนมักใช้เดี่ยว ๆ เนื่องจากแต่ละตัวมีความสามารถในการทำลายแตกต่างกัน การใช้สารพาราเบนในการถนอมอาหารเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติ 3 ประการ ได้แก่ ปฏิกริยาที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่า pH คุณสมบัติการละลายในน้ำต่ำ และประการสุดท้ายคือ คุณสมบัติในเรื่องกลิ่นรสมีหลายประเทศอนุญาตให้ใช้สารพาราเบนกับอาหารหลายชนิด ประเทศสหรัฐอเมริกาจัดสารพาราเบน โดยเฉพาะเมทิลและโพรพิล เอสเทอร์ เป็นสารที่ต้องถูกควบคุมตามกฎหมาย โดยอนุญาตให้ใช้ได้สูงสุดร้อยละ 0.2

- โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (Sodium metabisulfite)

โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ เป็นวัตถุกันเสียที่เป็นเกลือซัลไฟต์นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาก เพราะสามารถยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาล และการเจริญของจุลินทรีย์ได้ สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีกว่ายีสต์และรา นิยมใช้ในอาหารประเภท น้ำผลไม้ ผักและผลไม้แห้ง และอุตสาหกรรมไวน์ มีการทดลองนำแอปเปิ้ลมาจุ่มในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.25 % แล้วตามด้วยแช่ในสารละลายโซเดียมไบฟอสเฟตความเข้มข้น 0.2 % พบว่าสามารถรักษาสีของผลิตภัณฑ์ได้ดี สำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ จากการทดลองพบว่าหากใช้ในปริมาณมากเกินไปจะไปลดประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและไขมันของร่างกาย ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในผักและผลไม้แห้งไม่เกิน 2,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร อาจใช้ร่วมกับวัตถุกันเสียชนิดอื่น (จิราภรณ์, 2542)

❑ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันการเน่าเสียของลำไย

กัลปพฤกษ์ (2534) ได้ทำการศึกษาการใช้สารเคมี การใช้ฟิล์มพลาสติก การลดอุณหภูมิและการเก็บรักษาเพื่อลดการเน่าเสียและการเกิดสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่หลายพันธุ์ พบว่าผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายเบนโนมิล 500 มิลลิกรัม/ลิตร 52 องศาเซลเซียส และบอเรท 50 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อใช้ควบคุมโรคผลเน่าได้แต่ลดการเกิดสีน้ำตาลของผิวผลได้ไม่ดี ขณะที่บอเรทให้ผลดี้อยกว่าในการควบคุมการเน่าเสียของผล แต่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดี การศึกษาการใช้ฟิล์มพลาสติก พีโอพี และพีวีซีห่อผลลิ้นจี่ร่วมกับการใช้สารละลายบอเรท 50 มิลลิกรัม/ลิตร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.5 องศาเซลเซียส พบว่า ผลลิ้นจี่ที่ห่อด้วยพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน(PE) มีการสูญเสียน้ำหนักและการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด การเคลือบผิวผลลิ้นจี่ด้วยสารเคลือบผิว Sta Fresh # 360 ผลปรากฏว่าสารเคลือบผิวไม่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลและยังทำให้ผลลิ้นจี่มีการเสื่อมสภาพได้เร็วกว่าที่ไม่ได้เคลือบผิว การจุ่มผลลิ้นจี่ใน HCl และ H₂SO₄ ที่ pH 0.6, 0.4, และ 0.2 นาน 5 10 และ 15 นาที พบว่าผลลิ้นจี่ที่จุ่มลงใน H₂SO₄ ที่ pH 0.2 นาน 15 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าผลลิ้นจี่ที่จุ่มใน HCl และ H₂SO₄ ระดับ pH และระยะเวลาอื่นๆ การศึกษาการลดอุณหภูมิโดยวิธีน้ำเย็น และห้องเย็น

เพื่อให้อุณหภูมิภายในผลลดลงถึง 5 องศาเซลเซียส พบว่า น้ำเย็นลดอุณหภูมิของผลลิ้นจี่ได้เร็วกว่าห้องเย็น

วรรณรักษ์ (2539) ศึกษาอิทธิพลของสารอะเซตัลดีไฮด์ต่อการเน่าเสียของผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยว โดยการรมผลลำไยด้วยสารอะเซตัลดีไฮด์ที่ปริมาณหรือที่ความเข้มข้นต่างๆ ในกล่องพลาสติกปิดสนิทปริมาตร 8,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้สารอะเซตัลดีไฮด์ปริมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นเวลา 9 ชั่วโมงหรือการใช้สารเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์นาน 8 ชั่วโมง มีผลต่อการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์ค้อ ในขณะที่การใช้สารเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 8 ชั่วโมงหรือการจุ่มผลลงในสารละลายเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที มีผลต่อการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์เบ๊ยวเขียวได้

กัลยา (2540) ได้ศึกษาผลของสารประกอบคาร์บอนเนตและไบคาร์บอนเนตของโปตัสเซียม โซเดียม และ แอมโมเนียมต่อการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp. และ *Pestalotiopsis* sp. บนลำไยหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ามีผลทำให้เส้นใยของเชื้อราทั้งสองชนิดหยุดการเจริญเติบโต การศึกษาผลของสารโปตัสเซียมคาร์บอนเนต โซเดียมคาร์บอนเนต แอมโมเนียมคาร์บอนเนต และ แอมโมเนียมไบคาร์บอนเนต ความเข้มข้น 50 100 200 400 และ 800 มิลลิโมล(mM) ที่มีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไยพันธุ์ค้อ พบว่า การจุ่มสารทำให้ผลลำไยเกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกด้านนอกเป็นสีน้ำตาลเร็วขึ้น

จิราภรณ์และธีรพร (2545) ได้ศึกษาการใช้สารเคมีในกลุ่มวัตถุกันเสียในอาหาร 6 ชนิด ได้แก่ โปตัสเซียมอะซิเตต โซเดียมเบนโซเอต โซเดียมโปรปีโอเนต โพรพิลพาราเบน โปตัสเซียมซอร์เบต และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่า สารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้

พัฒนชัย จตุพศ (2545) การศึกษาสารเคมีประเภท GRAS (generally recognized as safe) 3 ชนิด เพื่อใช้ในการเก็บรักษาลำไย คือ โซเดียมเบนโซเอต โปตัสเซียมซอร์เบต และเมทิลพาราเบน ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร คือ 2500 2000 และ 2000 มก./ลิตร ตามลำดับ โดยทำการจุ่มลำไยในสารละลายดังกล่าวเป็นเวลานาน 5 นาที ผึ่งให้แห้งและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่า สารเคมีทั้ง 3 ชนิดให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ผิวเปลือกด้านนอก

ของลำไย หลังจากเก็บรักษาลำไยเป็นเวลา 4 วัน พบว่าลำไยที่จุ่มด้วยเมทิลพาราเบนและชุดควบคุม เกิดสีน้ำตาลมากกว่าลำไยที่จุ่มด้วยโซเดียมเบนโซเอตและโปตัสเซียมซอร์เบต โดยค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด วิตามินซี และปริมาณกรดทั้งหมดของลำไยที่จุ่มสารทั้ง 3 ชนิด พบว่า ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม จากนั้นคัดเลือกชนิดและแปรรูประดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและปฏิบัติการเกิดสีน้ำตาลที่ดีที่สุดได้แก่ สารละลายโซเดียมเบนโซเอต (2500 1250 และ 625 มก./ลิตร) และสารละลายโปตัสเซียมซอร์เบต (2000 1000 และ 500 มก./ลิตร) โดยจุ่มลำไยนาน 2 4 6 และ 8 นาที เก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส พบว่า การเกิดสีน้ำตาลของลำไยที่ผิวเปลือกไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และสารเคมีทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด วิตามินซี และปริมาณกรดทั้งหมดภายในผลลำไย ผลการศึกษาปริมาณเชื้อราพบว่า ลำไยที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 1250 มก./ลิตร และโปตัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 1000 มก./ลิตร นาน 4 นาที ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุด จากการนำสภาวะ ดังกล่าวมาทดลองเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 30 วัน จากการวิเคราะห์ปริมาณของสารเคมีตกค้างในรูปกรดเบนโซอิกและซอร์บิกในเนื้อลำไย พบว่ามีปริมาณลดลงร้อยละ 61.66 และ 75.71 ตามลำดับ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยหลังการเก็บรักษานาน 20 วัน พบว่าลำไยที่จุ่มในสารละลายทั้งสองชนิดมีการยอมรับด้านสีเปลือกมากกว่าลำไยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนลักษณะภายในและความชอบรวมมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

Yueming (2542) ได้ทำการทดสอบผลของ polyoxin และ culture supernatant จาก *Bacillus subtilis* ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อเชื้อราที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคเน่าของผลลำไย สายพันธุ์ Shixia พบว่า สารทั้ง 2 ชนิดควบคุมการเน่าเสียจากเชื้อรา *Botryodiplodia* ได้ดี เมื่อความเข้มข้นเพิ่มการควบคุมก็ดีขึ้น และสามารถควบคุมความเสียหายของผลลำไยได้ 30 วัน ที่ 5 องศาเซลเซียส ไม่ว่าจะใช้สารใดสารหนึ่งหรือใช้ร่วมกัน แต่การควบคุมจะลดลงหลังจากเก็บไว้นานกว่านี้ การใช้สารทั้งสองชนิดร่วมกันให้ผลดีกว่าใช้เพียงชนิดเดียว หลังจากเก็บไว้ในที่เย็น 30 วัน มีผลลำไยมีคุณภาพดี 69.3 % เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีผลลำไยดีเหลือเพียง 66.3 %

□ ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหารและผลิตภัณฑ์อาหาร

• การเกิดสีน้ำตาลในอาหารและผลิตภัณฑ์อาหาร

อาหารและผลิตภัณฑ์อาหารมากมายหลายชนิดมีปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) และปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์ (nonenzymatic browning reaction) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหารเป็นปฏิกริยาทางเคมีที่ซับซ้อน เพราะไม่ได้เป็นปฏิกริยาปฐมภูมิ (primary reaction) แต่เป็นปฏิกริยาทุติยภูมิ (secondary reaction) หลายๆ ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นร่วมกัน และให้สารสีน้ำตาลที่ผันแปรไปตามชนิดของอาหาร ถึงแม้จะเป็นอาหารชนิดเดียวกันก็ตาม

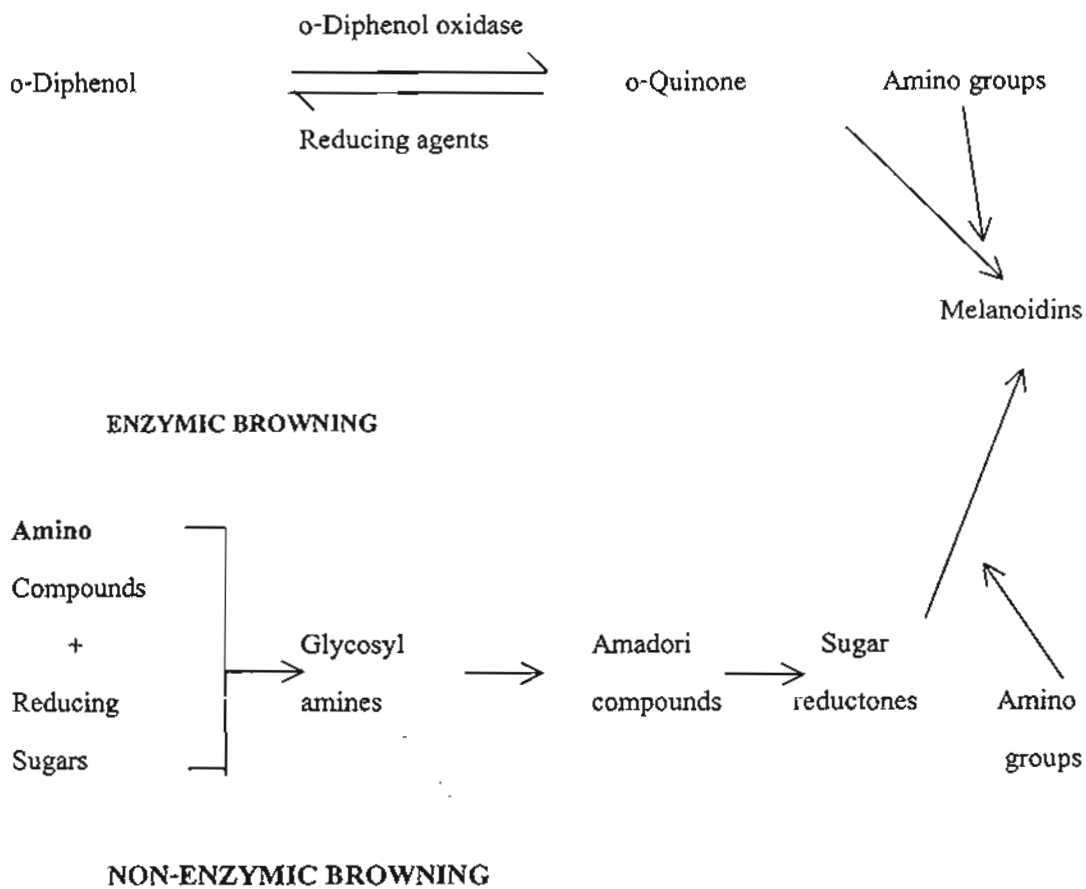
โดยทั่วไปการเกิดสีน้ำตาลที่มีสาเหตุมาจากเอนไซม์ ส่วนใหญ่พบในเนื้อเยื่อพืชเช่น กล้วย ห้อ พลับ พืชตระกูลแตง และเห็ด เป็นต้น การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่มีสาเหตุมาจากเอนไซม์เป็นผลมาจากการที่สารประกอบฟีนอลที่มีในเนื้อเยื่อพืช ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน โดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกริยาสารเคมีที่เป็นตัวกลางทำให้เกิดคือ o-quinone โดยจะรวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่เกิดเป็นสารให้สีในที่สุด ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการเกิดสีน้ำตาลแบบใช้และไม่ใช้เอนไซม์โดยกลุ่ม R แสดงถึงหมู่เคมีอื่น ๆ ที่เข้ามาเกาะที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของสารประกอบ ฟีนอล เช่น cinnamic และ caffeic acid เป็นต้น

สำหรับผลิตภัณฑ์ การเกิดสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษาและในขั้นตอนการแปรรูป การเกิดบาดแผล การบอบช้ำ และการสกัด ส่งผลให้เกิดการสัมผัสกันระหว่างสารประกอบฟีนอลซึ่งอยู่ใน vacuole และเอนไซม์ที่อยู่ใน cytoplasm ในขณะที่มีก๊าซออกซิเจนแล้วเกิดเป็นสีน้ำตาลขึ้น

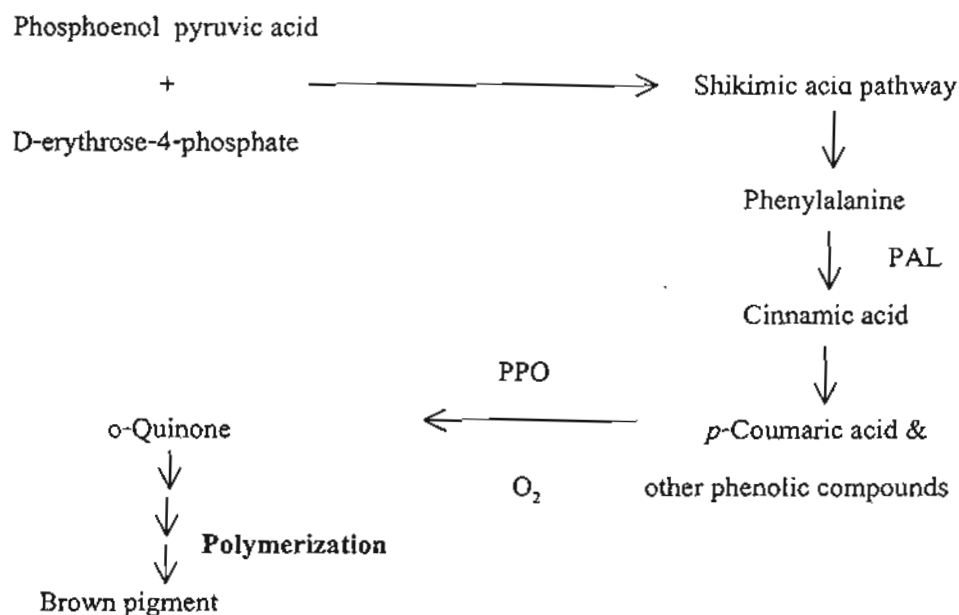
กลไกการเกิดสีน้ำตาล

กลไกการเกิดสีน้ำตาลเริ่มจากการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล โดยได้จากการรวมตัวกันของโมเลกุล phosphoenol pyruvate จาก glycolysis และ erythrose-4-phosphate จาก Calvin cycle หรือ pentose phosphate pathway เข้าสู่ shikimic acid pathway เพื่อสังเคราะห์เป็นสารประกอบฟีนอล ได้แก่ สารประกอบที่มีฟีนอลเป็นองค์ประกอบสำคัญและอาจมีหมู่เคมีอื่น ๆ เข้ามาเกาะที่ตำแหน่งต่าง ๆ เช่น cinnamic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, anthocyanins และ tannin รวมทั้ง tyrosine และ phenylalanine โดย phenylalanine ammonialyase (PAL) คึงเอา amino group ออกจาก phenylalanine ได้เป็นกรด cinnamic acid (จริงแท้, 2544) ต่อมาเมื่อเนื้อเยื่อพืชได้รับความเสียหาย เช่น การสูญเสียน้ำ เกิดบาดแผล การบอบช้ำ และการเสื่อมสภาพ เป็นผลให้เกิดปฏิกริยาระหว่างสารประกอบฟีนอลในเนื้อเยื่อพืช และเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ในสภาพที่มีออกซิเจน สาร o-diphenols ถูกเติมหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์ต่อไปเป็น o-quinone ต่อมาจะรวมตัวกันอย่างรวดเร็วและอาจจะรวมหรือไม่รวมกับกรดอะมิโนหรือกลุ่มซัลไฮดริล (sulfhydryl)

ของโปรตีน (cysteine) โดยจะรวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่เกิดเป็นสารให้สีในที่สุด(Macheis, 1990)
 ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบใช้และไม่ใช้เอนไซม์ (Maillard)
 ที่มา : Walker (1995)



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล และการเกิดสีน้ำตาล
ที่มา : จริงแท้ (2544)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาล

1. สารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอล (phenol) คือสารประกอบที่มีฟีนอลเป็นองค์ประกอบสำคัญ และอาจมีหมู่เคมีอื่นๆ เข้ามาเกาะที่ตำแหน่งต่าง ๆ สารในกลุ่มนี้ได้แก่ cinnamic acid caffeic acid chlorogenic acid catechol anthocyanin และ tannin (จริงแท้, 2544) สารประกอบฟีนอลพบบริเวณ vacuole ซึ่งรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ในรูปที่ละลายน้ำ (tannins) หรือรวมกันอย่างสมบูรณ์ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ (lignins) ในผล apricot การเกิดสีน้ำตาลมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอล (Vamos-vigyazo *et al.*, 1979) และความรุนแรงในการเกิดสีน้ำตาลยังขึ้นกับความเข้มข้นของปริมาณสารประกอบฟีนอลด้วย ซึ่งพบในผลแอปเปิ้ลพันธุ์ Rome พันธุ์ Empire และพันธุ์ Golden Delicious (Heller, 1994) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อผลท้อเกิดสีน้ำตาล ปริมาณสารประกอบฟีนอลในผลมีปริมาณเพิ่มขึ้น (Kader, 1984) ในขณะที่ Radi *et al.*, (1997) พบว่าปริมาณสาร chlorogenic acid ลดลงอย่างรวดเร็วขณะเกิดสีน้ำตาล แสดงว่าปริมาณสาร chlorogenic acid เป็นตัวบ่งชี้ของการเกิดสีน้ำตาลจึงถูกใช้ไปอย่างรวดเร็วขณะเกิดสีน้ำตาล บางครั้งก็พบว่าการเกิดสีน้ำตาลไม่มีความสัมพันธ์กับสารประกอบฟีนอล ขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต และสารประกอบ

ฟีนอลมีการกระตุ้นเอนไซม์อื่นที่ไม่ใช่เอนไซม์ PPO เช่น เอนไซม์ peroxidases (Matheis *et al.*, 1990)

2. เอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO)

เอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) เป็นเอนไซม์ที่สามารถเปลี่ยนโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลไปเป็นสาร quinone แล้วรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น และมีสีน้ำตาล (จริงแท้, 2544 ; Lee-Kim *et al.*, 1994) เอนไซม์ PPO จะอยู่บน thylakoid membrane ของคลอโรพลาสต์ และ vesicles หรือ plastic อื่น ๆ ที่ไม่มีสีเขียว (Vaughn *et al.*, 1988) นอกจากนี้เอนไซม์ PPO อาจอยู่ใน mitochondria หรือละลายอยู่ในเซลล์ของผลไม้หลายชนิด เช่น olive และแอปเปิ้ล (Marques *et al.*, 1995) กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ที่ละลายอยู่ในเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ผลสุก โดยคาดว่าเอนไซม์ PPO อยู่ใน plastid และถูกปลดปล่อยสู่ cytoplasm จากการสีกมาจุดกระสีน้ำตาลในผลกล้วยซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปบนเปลือก โดยส่วนใหญ่เริ่มจากผิวด้านที่ติดกับขั้วผลก่อน จุดกระสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากเอนไซม์ PPO ออกซิไดซ์ dopamine ซึ่งเป็นสารฟีนอลที่มีอยู่ทั่วไปในผลกล้วย (Andrews and Pridham, 1967)

3. เอนไซม์ phenylalanine ammonia-lyase (PAL)

เอนไซม์ phenylalanine ammonia-lyase (PAL) เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในกระบวนการสร้างสารประกอบฟีนอล โดยไปเร่งให้ phenylalanine เปลี่ยนไปเป็น cinnamic acid และสารประกอบฟีนอลอื่น ๆ โดยเอนไซม์ PAL จะอยู่บริเวณ cytoplasmic plastids mitochondria and microbodies ส่วน pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 8.0-8.7 (Hanson and Havir, 1981) โดยทั่วไปการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ PAL จะสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของสารประกอบฟีนอล ผลไม้ที่ยังอ่อนอยู่จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ PAL สูงสุด และลดลงอย่างรวดเร็วในผลที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้การเกิดบาดแผลสามารถชักนำให้กิจกรรมเอนไซม์ PAL และการสลายสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นในเนื้อเยื่อพืช และต่อมาเกิดการรวมตัวกันเป็น โมเลกุลขนาดใหญ่ใน cell wall เกิดเป็นสารสีน้ำตาลขึ้น (Dixon and Paiva, 1995)

4. อัตราการหายใจของผลไม้

อัตราการหายใจของผลไม้ เป็นกระบวนการที่ใช้สารอาหารที่เก็บไว้ในผล ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารในผลไม้ ส่งผลให้ผลไม้เกิดการเสื่อมคุณภาพ เมื่อผลไม้หายใจจะผลิตความร้อนออกมาส่งผลไปเร่งหรือกระตุ้นทุกปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสลายในเซลล์ผลไม้ (สุรศักดิ์, 2536)

5. อัตราการผลิตเอทิลีน

อัตราการผลิตเอทิลีน โดยทั่วไปเอทิลีนจะไปเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของพืชหรือส่วนของพืช เนื่องจากเอทิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ สำหรับ ผลไม้ประเภท non-climacteric อัตราการผลิตเอทิลีนและความเข้มข้นภายในของเอทิลีนจะต่ำอยู่ตลอด (จริงแท้, 2544) ผลลำไยจัดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric เนื่องจากมีอัตราการหายใจคงที่ตลอดระยะเวลาการสุก และมีการผลิตเอทิลีนที่น้อยมาก

6. การสูญเสียน้ำ

การสูญเสีย น้ำ ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาแล้วถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำที่เคยได้จากราก แต่การสูญเสีย น้ำเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาโดยเฉพาะผลิตผลทางพืชสวน ซึ่งส่วนใหญ่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 70 (จริงแท้, 2544) ผลลองกองที่สุกพอที่จะเก็บเกี่ยวได้จะมีน้ำเป็นส่วนประกอบเท่ากับร้อยละ 79.77 ของน้ำหนักผลทั้งหมด และผลลองกองภายหลังเก็บเกี่ยว 5 วันในสภาพอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศร้อยละ 75 น้ำหนักของเปลือกลดลงร้อยละ 7.44 ขณะที่ น้ำหนักเนื้อลดลงเพียงร้อยละ 1.64 ดังนั้น ผลลองกองจึงมีการสูญเสียน้ำหนักเปลือกมากที่สุด ส่งผลให้ผลเหี่ยว ความสดลดลงและเปลือกมีสีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (อรพินและสุรศักดิ์, 2535) เช่นเดียวกันกับผลลิ้นจี่ โดยน้ำหนักทั้งหมดจะมีการสูญเสียน้ำร้อยละ 10 ขณะที่เปลือกมีการสูญเสียน้ำร้อยละ 55 และไม่มีการสูญเสียน้ำที่เนื้อผลลิ้นจี่ หลังจากเก็บเกี่ยวมา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 (Ben-Yehoshua, 1987) ในผลเงาะการสูญเสียน้ำจะมาก่อนการเกิดสีน้ำตาล และระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลด้วย กล่าวคือระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวนานขึ้นการเกิดสีน้ำตาลมากขึ้นเช่นกัน (Landrigan *et al.*, 1996)

7. การเกิดบาดแผลและรอยขีด

การเกิดบาดแผลเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่น้ำจะผ่านออกไปจากผลิตผลได้ง่ายและสะดวกกว่าช่องทางอื่น ๆ เพราะสิ่งกีดขวางทางเข้าออกของน้ำถูกทำลายไปหมด นอกจากบาดแผลที่เป็นช่องเปิดโดยตรงแล้ว รอยขีดที่เกิดจากกระทบกระเทือนจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำได้มากขึ้น (จริงแท้, 2544) เป็นผลให้เซลล์ได้รับความเสียหาย สารประกอบฟีนอลจึงรวมตัวกับเอนไซม์ PPO

8. อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญในการช่วยยืดอายุของผัก ผลไม้ ภายหลังการเก็บเกี่ยวให้อยู่ได้นานเนื่องจากอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้อัตราการหายใจ และกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ลดลง (Subramanyam *et al.*, 1975) รวมทั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลิตผลก็ลดลงด้วย เช่น การเก็บรักษาผล apricot ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเกิดสีน้ำตาลต่ำลง Sharon and Kahn (1979) พบว่า

การเก็บรักษาผลองกองที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ผลองกองมีอัตราการเกิดสีน้ำตาลในเปลือกผลมากที่สุด การเกิดสีน้ำตาลสามารถลดลงได้ด้วยการเลือกใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับผลิตผลไม่ควรใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปซึ่งจะส่งผลให้เกิด chilling injury ทำให้อัตราการเกิดสีน้ำตาลของสีผิวเปลือกเร็วขึ้น

สมโภชน์ โกมลณิ และคณะ (2534) ทดลองเก็บรักษาลำไยพันธุ์อีดอในถาดและหุ้มด้วยพลาสติกพีวีซี (polyvinyl chloride) ไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 4 ระดับ ระหว่าง 2.5-10 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างออกมาประเมินสีผิว การเน่าเสีย วัดการรั่วไหลออก และประเมินคุณภาพด้วยการชิม หลังจากที้นำลำไยออกมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส ทำให้เปลือกมีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นและเกิดการรั่วไหลออกสูงกว่าที่ 5 องศาเซลเซียส และ 7.5 องศาเซลเซียส ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ซึ่งคาดว่าเกิดจากอาการสะท้อนหนาว ขณะที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เกิดการเน่าเสียหลังจากการเก็บรักษานานกว่า 1 สัปดาห์ ดังนั้นถ้าต้องการเก็บรักษาลำไยไม่เกิน 1 สัปดาห์ ควรเก็บไว้ที่ 10 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต้องการเก็บนานกว่านั้นควรเก็บที่อุณหภูมิ 5-7.5 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการทดลองของ อรรถพร วราธิศปติ และคณะ (2534) ที่กล่าวว่า การเก็บรักษาลำไยพันธุ์เบ๊วเขียวในถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกพีวีซี เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 7 วัน หากเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บได้นาน 21 วัน การเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิต่ำมักประสบปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ซึ่งจะส่งผลให้ฝักและผลไม้เหี่ยวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ

สถาบันอาหาร (2541) ได้รายงานไว้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลลำไยระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง คือ อุณหภูมิและความชื้น หากเก็บรักษาความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 และที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส จะเก็บรักษาได้นาน 30-45 วัน และที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส จะเก็บได้ 20-30 วัน

คนัย บุญเกียรติ (2543) ได้ทดลองเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 1 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน เพื่อศึกษาระดับอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้อนหนาว พบว่าที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสผลลำไยจะแสดงอาการสะท้อนหนาวโดยที่เปลือกด้านในมีสีเข้มขึ้น และมีการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์ที่เปลือกมาก ส่วนที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ผลลำไยมีลักษณะเหมือนกันและไม่แสดงอาการสะท้อนหนาว การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เปลือกและการเปลี่ยนสีของผิวเปลือกด้านนอกเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงการเกิดอาการสะท้อนหนาวได้

9. ความชื้นสัมพัทธ์

ผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเกิดการสูญเสียได้ตลอดเวลา การสูญเสียออกไปจากผลิตผล ขึ้นอยู่กับสภาพบรรยากาศภายนอกกว่ามีความชื้นมากน้อยเพียงใด ถึงแม้บรรยากาศภายนอกจะอึดตัวด้วยไอน้ำหรือมีความชื้นร้อยละ 100 น้ำก็ยังมีโอกาสสูญเสียออกจากผลิตผลสู่บรรยากาศได้ (จริงแท้, 2544)

Underhill and Simonss (1993) เก็บรักษาผลลิ้นจี่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 มีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 10 หลังเก็บรักษา 48 ชั่วโมง ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำส่งผลให้เกิดการสูญเสียและเกิดสีน้ำตาลขึ้นในที่สุด

□ การควบคุมการเกิดสีน้ำตาล

กลไกการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลซึ่งมีสาเหตุมาจากเอนไซม์ ได้แก่ การควบคุมการทำงานของเอนไซม์ PPO การควบคุมปริมาณ quinone การลดบทบาทของสารประกอบฟีนอลและการควบคุมปริมาณก๊าซออกซิเจน (Matheix *et al.*, 1990) โดยวิธีการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลด้วยวิธีทางเคมี

การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลด้วยวิธีทางเคมี

มีสารเคมีหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาล แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผัก และผลไม้ (Walker, 1975)

- โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาล และนำมาใช้กับผัก ผลไม้ หลายชนิด (Benjamin and Montgomery, 1973 ; Rouet-Mayer and Philippon, 1986) โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5.0-1.0 มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้ โดยคลอไรด์มีบทบาทในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ส่วนโซเดียมหรือแคลเซียมจะไม่มีบทบาทในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (Macheix *et al.*, 1990) แต่ทั้งนี้การใช้โซเดียมคลอไรด์กับผัก ผลไม้ มีข้อจำกัดคือรสเค็มของตัวโซเดียมคลอไรด์เอง

- แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) โดยแคลเซียมช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์ ทำให้เกิดสีน้ำตาล และการเข้าทำลายของเชื้อน้อยลง (Bangerth, 1979) เช่น ชินแอปเปิ้ล (Ponting *et al.*, 1972) สำหรับผลลองกองมีการใช้แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 0.75 นิดพ่นซ่อมผล

ลองกองพบว่าสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของผิวเปลือก (สุรกิตติ และคณะ, 2540) แต่การใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นเพียงผลทางอ้อมเท่านั้น

- ไซโคลเด็กซ์ทริน (Cyclodextrin) เป็นน้ำตาลประเภท non-reducing oligosaccharide (Billaud *et al.*, 1995) โดย cyclodextrins สามารถจับกับสาร polyphenol และยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ (Saper, 1993) จากการศึกษาของ Saper และคณะ (1989) ได้ทดลองจุ่มชิ้นแอปเปิ้ลในสารละลาย cyclodextrin เป็นเวลา 90 วินาที พบว่าไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลทั้งนี้เนื่องจากสาร cyclodextrin จะรวมตัวได้ดีกับสารประกอบฟีนอล โดยป้องกันการออกซิเดชันของ PPO แต่ใช้ได้ดีกับน้ำผลไม้เท่านั้น ส่วนในชิ้นแอปเปิ้ลอาจเป็นผลเนื่องมาจากสาร cyclodextrin แพร่ผ่านได้ต่ำจากผิวหน้าเข้าไปที่ชั้นของเซลล์ซึ่งช้ากว่าที่เอนไซม์รวมกับสารประกอบฟีนอล จึงเกิดเป็นสีน้ำตาลขึ้น

- สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) เช่น *p*-coumaric acid cinnamic acid และ benzoic acid สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ได้ โดยการใช้สารประกอบฟีนอลสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้นาน แต่เป็นสารที่มีราคาสูง และนิยมใช้เฉพาะน้ำผลไม้ (Pollard and Timberlake, 1970 ; Walker, 1976)

กลูตาไทโอน (Glutathione) และ ซีสเตอีน (cysteine)

เป็นกรดอะมิโนที่ประกอบด้วยหมู่ซัลไฟด์ (Sulphydryl-containing amino acid) เกิดสารประกอบระหว่างการประกอบฟีนอล และ glutathione หรือ cystein ตามลำดับ โดยจะเกิดปฏิกิริยาต่อกัน ทางหนึ่งจะไปจำกัดการเกิดสีน้ำตาลด้วยการทำปฏิกิริยากับสาร quinone แล้วเกิดเป็นสารประกอบที่มีความคงตัวและไม่มีสี และอีกทางหนึ่งเอนไซม์ PPO ไม่สามารถรวมตัวกับ substrates ได้ เนื่องจาก glutathione หรือ cysteine มีคุณสมบัติเป็น competitive inhibitor จึงเป็นการจำกัดการเกิดสีน้ำตาลได้ (Saper, 1993 ; Nicolas, 1994) การใช้กรดอะมิโนในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากสารเหล่านี้มีราคาแพง

Molnar และ Friedman (1990) ได้ทำการศึกษาทางเลือกสำหรับสารทดแทนซัลเฟอร์โดยใช้กรดอะมิโนที่มี SH เป็นองค์ประกอบ ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสำหรับผลไม้ พบว่า N-acetyl-L-cysteine (NAC) ที่ความเข้มข้น 0.568 mM สามารถยับยั้งเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลในน้ำลูกแพร์ได้เทียบเท่ากับใช้สารโซเดียมไบซัลไฟด์ 2.27 mM ส่วนในน้ำแอปเปิ้ล NAC ที่ความเข้มข้น 1.70 mM และ GSH ที่ความเข้มข้น 1.136 mM สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้เทียบเท่ากับการใช้

โซเดียมไบซัลไฟต์ 1.136 mM ส่วนสาร L-cysteine ถึงแม้จะสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ แต่ในการใช้ปริมาณมากจะมีผลต่อกลิ่นรสของอาหารทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ

Molnar และ Friedman (1990) ได้ทำการศึกษาใช้ sulfur amino acid คือ NAC และ GSH ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นแอปเปิ้ลและชิ้นมันฝรั่ง ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาทดแทนสารซัลไฟต์ พบว่า NAC และ GSH มีผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเทียบเท่ากับโซเดียมซัลไฟต์ทั้งในชิ้นแอปเปิ้ลและชิ้นมันฝรั่ง โดย NAC ที่ความเข้มข้น 25 mM และ GSH ที่ความเข้มข้น 50 mM ใช้เวลาในการจุ่ม 1-2 นาที มีประสิทธิภาพป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้เทียบเท่ากับโซเดียมไบซัลไฟต์ 25 mM ในทางตรงกันข้ามสารผสมของ 1% กรดซาลิซาลิก 1% กรดแอสคอร์บิกและโปตัสเซียมซอร์เบต มีผลป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้แต่เพียงระยะสั้น

- สารประกอบซัลเฟอร์ (sulfur compound)

สารประกอบซัลเฟอร์ เป็นที่รู้จักกันทั่วไป สามารถใช้ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในผัก ผลไม้ ระหว่างขั้นตอนการแปรรูป และในการเก็บรักษาโดยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ทั้งที่เกิดจากเอนไซม์และไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ และยังสามารถใช้แทนสาร antioxidant ซึ่ง sulfur dioxide ทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งเอนไซม์ PPO และทำปฏิกิริยากับสารตัวกลางได้เป็น quinone-sulfur complexes ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ (Macheix *et al.*, 1990 ; Saper, 1993) ส่วนในการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ซัลไฟต์ทำปฏิกิริยากับสารตัวกลางที่มีกลุ่มคาร์บอนิล (carbonyl intermediate) จึงสามารถป้องกันไม่ให้ปฏิกิริยาค่าเนินต่อไปแล้วเกิดเป็นสารสีน้ำตาล อย่างไรก็ตามสารจำพวกซัลไฟต์ทำให้เกิดการแพ้อย่างรุนแรงในคนที่เป็โรคหอบหืดบางคน ด้วยสาเหตุนี้สำนักงานอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (Food and drug administration ; FDA) จึงได้จำกัดการใช้ซัลไฟต์ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ (Saper, 1993)

ชิง ชิง (2535) ได้ศึกษาการรมควันซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับลำไยหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก โดยใช้อัตราส่วนของปริมาตรที่ว่างของห้องรมควันค่อน้ำหนักของลำไยเท่ากับ 5:1 พบว่าผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อการเจริญของเชื้อราบนเปลือก ความเสียหายของเปลือกจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ อัตราการรมควันของลำไยพันธุ์ดอและพันธุ์เบ็ญเขียวใช้ 200-300 มิลลิตรต่อกิโลกรัม (ml/kg) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ในการรมควันจะถูกดูดโดยผลไม้ 30-65 % ระดับของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการควบคุมเชื้อรา คือ 200-300 ppm โดยเทียบจากน้ำหนักทั้งผล

ภายหลังการรมควันระดับของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เปลือกจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2 วันแรก ส่วนระดับของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อจะพบในปริมาณน้อยมาก

พรวิสาข์ บุญยงค์ (2544) การศึกษาผลของความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลาย โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ใช้แช่ผลลำไยพันธุ์ดอเพื่อควบคุมการเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำ ผลลำไยมาแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0, 5.0, 7.5 และ 10.0% (น้ำหนักต่อ ปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C และ อุณหภูมิห้อง ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) ผลการทดลอง พบว่าการแช่ผลลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 7.5% ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C สามารถชะลอการเน่าเสียได้ไม่เกิน 21 วัน โดยไม่มีสารซัลไฟต์ตกค้างในเนื้อลำไย และนานกว่าชุด ควบคุม 7 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 14 วัน ได้ประเมินคุณภาพ ทางประสาทสัมผัส พบว่า คุณภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนผลลำไยทุกชุดการทดลองที่ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องให้ผลไม่แตกต่างกัน การแช่ผลลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 10.0% ที่ทุกอุณหภูมิภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C และอุณหภูมิห้องนาน 7 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ พบว่ามีสารซัลไฟต์ตกค้างในเนื้อลำไย และเนื้อลำไยเปลี่ยนเป็นสีชมพู การแช่ผลลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 5.0% ที่ทุกอุณหภูมิภายหลังการ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C และอุณหภูมิห้องนาน 7 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ มีผลทำให้เปลือกด้านใน เกิดอาการผิดปกติเป็นวงสีน้ำตาล มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติเล็กน้อย

- กรดซิตริก (citric acid)

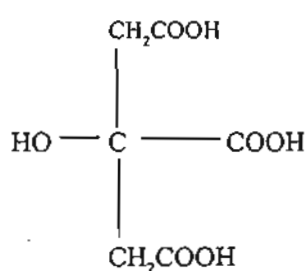
กรดซิตริก เป็นกรดประเภท tricarboxylic ที่มีการรู้จักใช้ในอาหารมานานกว่า 100 ปีแล้ว และมีการใช้มากกว่ากรดชนิดอื่น ๆ ด้วย โดยมีการใช้ถึง 60% ของบรรดากรดทั้งหมด นอกจากนี้ยัง มีการใช้กรดซิตริกเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบในการศึกษาผลของกรดชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ กรดซิตริกมีส่วนคล้ายกรดมาลิก คือ พบมากในธรรมชาติ ในผลไม้ประเภท ส้มและมะนาว และเป็นกรดที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับ respiration cycle ของพืชและสัตว์ กรดซิตริก มีคุณสมบัติดีกว่ากรดชนิดอื่น ๆ คือ สามารถละลายน้ำได้ดี มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับ และเป็น chelating agent ที่มีประสิทธิภาพสูง กรดซิตริกและเกลือของกรดซิตริกนั้น นิยมใส่ในอาหาร ประเภทน้ำผลไม้มีแอลกอฮอล์ ทั้งนี้เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่นรสและความเป็นกรด-ด่างเป็นสารที่มีความปลอดภัยกับผู้บริโภค และนิยมใช้กับผัก ผลไม้แปรรูป โดยกรดซิตริก (รูปที่ 3) ทำหน้าที่จับ โลหะทองแดงในเอนไซม์ PPO และจากคุณสมบัติของความเป็นกรดของกรดซิตริกจะช่วยยับยั้งการ ทำงานของเอนไซม์ PPO (Saper, 1993 ; McCord and Kilara, 1983 ; Santerre *et al.*, 1988)

นอกจากนี้กรดซิตริกยังทำหน้าที่เหมือน acidulant ด้วย การลด pH ในช่วง 3.0 หรือน้อยกว่าจะทำให้เอนไซม์ PPO ทำงานไม่ได้ (Michael, 1994) มีรายงานการใช้กรดซิตริกในแอปเปิ้ลและขึ้นพืชมพบว่ามีประสิทธิภาพที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-6 เมื่อจุ่มนาน 2-5 นาทีสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ร้อยละ 100 (Vanos-Vigyazo, 1995)

จากการทดลองของ Lee-kim *et al.*, (1994) พบว่าการใช้กรดซิตริกสามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO ใน burdock (*Arctium lappa*) ได้ แต่จะมีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งเอนไซม์ PPO ในผล plums (Siddiq *et al.*, 1992)

จากการทดลองของ Pizzocaro *et al.*, (1993) พบว่าเมื่อจุ่มขึ้นแอปเปิ้ลในกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.02-1 เป็นเวลา 5 นาที เอนไซม์ PPO ถูกยับยั้งเพียงเล็กน้อย เนื่องจากกรดซิตริกไม่ใช่สาร antioxidant แต่การยับยั้งของกรดซิตริกมีความสัมพันธ์กับโลหะทองแดงได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรดซิตริก ชนิดของผักและผลไม้ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Kim and Klieber (1997) พบว่ากรดซิตริกลดการเกิดสีน้ำตาลได้ต่ำ และการใช้ความเข้มข้นของกรดสูง (1-3%) ไม่มีผลต่อคุณภาพของ chinese cabbage

นอกจากกรดซิตริกจะยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแล้ว ยังสามารถลดอัตราการหายใจได้อีกด้วย โดยกรดซิตริกจะไปยับยั้งเอนไซม์ phosphofructokinase (PFK) (Ashihara and Stupavska, 1984 ; Dennis and Coultate, 1966) ซึ่ง PFK จะไปเร่งการสลาย fructose-6-phosphate ให้กลายเป็น fructose-1, 6-bisphosphate ในกระบวนการหายใจ โดย PFK มีบทบาทสำคัญในการควบคุม glycolysis (Kennedy *et al.*, 1992 ; Turner and Turner, 1980)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของกรดซิตริก (citric acid)

ที่มา : Michael (1994)

• กรดแอสคอร์บิก (ascor)

กรดแอสคอร์บิก เกลือของ

คอร์เบต) และไอโซเมอร์ของ

สารที่มีความปลอดภัย (Gr

อาหารได้ แต่กรดแอส

D-ascorbic acid มี

กรดอีริททอร์บิก

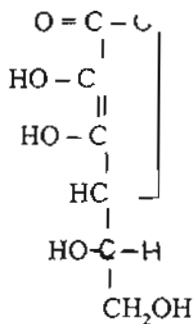
โดยวิตามินซีจะถ่ายเทไฮโดรเจน

สามารถเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้

สามารถทำหน้าที่เป็นสาร

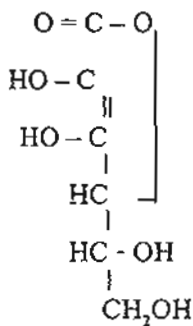
สารที่มีหมู่ซัลไฟไฮดริล

หรือเปลี่ยนกลับไปมา

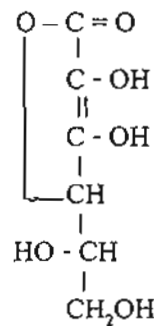


L-Ascorbic acid

D-Asco.



D-Isoascorbic acid (erythorbic acid)



L-Araboascorbic acid

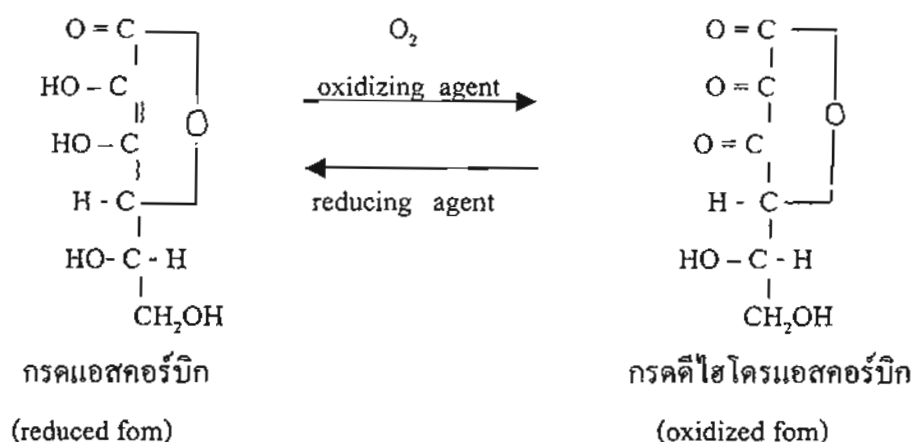
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของกรดแอสคอร์บิกและไอโซเมอร์ของกรดแอสคอร์บิก

กรดแอสคอร์บิก เกลือแคลเซียมแอสคอร์เบต และแอสคอร์บิลปาล์มิเตต ซึ่งเป็นเอสเทอร์ของกรดแอสคอร์บิกกับกรดไขมัน จัดเป็นสารต้านออกซิเดชันที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารได้ เนื่องจากมีความสามารถในการจับออกซิเจนที่ไม่ได้อยู่ในสารละลายได้ด้วย เช่น กรดแอสคอร์บิก นิยมนำไปใช้ในอาหารบรรจุกระป๋อง หรือบรรจุขวด โดยเฉพาะเครื่องดื่บบรรจุกระป๋องที่มีอากาศเหลืออยู่ด้านบน (headspace)

หน้าที่ของสารต้านออกซิเดชัน

1. เป็นตัวจับออกซิเดชัน

วิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซิง โดยวิตามินซีจะถ่ายเทไฮโดรเจนอะตอม จากโมเลกุลของไขมันให้กับออกซิเจน ทำให้ออกซิเจนไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้ ส่วนวิตามินซีก็จะถูกออกซิไดส์ได้เป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นสารออกซิไดซิงได้ โดยรับไฮโดรเจนอะตอมจากสารรีดิวซิงอื่น ๆ เช่น จากสารที่มีหมู่ซัลไฟไฮดริล (sulfhydryl : -SH) ดังนั้น กรดแอสคอร์บิกและกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกจึงสามารถเปลี่ยนกลับไปมาหากันได้ดังปฏิกิริยาในรูปที่ 5 และมีคุณค่าทางชีวภาพในร่างกายเท่ากัน



รูปที่ 2.5 Reversible Redox Reaction ของกรดแอสคอร์บิก และกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก

2. เป็น chelating action

กรดแอสคอร์บิกจะรวมตัวกับโลหะหนักซึ่งเป็นตัวส่งเสริมให้เกิดออกซิเดชันได้เร็วขึ้น เมื่อกรดแอสคอร์บิกจับกับโลหะหนักแล้วทำให้สูญเสียคุณค่าทางชีวภาพไปด้วย

3. เป็นสารช่วยเสริมฤทธิ์

กรดแอสคอร์บิกสามารถช่วยเสริมฤทธิ์ของสารต้านออกซิเดชันอื่น ๆ ได้ เช่น BHA BHT และวิตามินอี ดังนั้น การใช้วิตามินซีร่วมกับสารต้านออกซิเดชันเหล่านี้จะช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ดีขึ้น

4. สารป้องกันการเกิด oxidative rancidity

กรดแอสคอร์บิกบางครั้งยังใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อป้องกันการหืน เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของอาหารหลายชนิด เช่น เนยถั่วลิสง (peanut butter) มันฝรั่งทอด (potato chips) ไขมันและน้ำมัน เครื่องดื่ม น้ำผลไม้ และ citrus oil

5. เป็นสารควบคุมการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (นิริยา, 2545)

ผลไม้ที่นิยมใช้กรดแอสคอร์บิกในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้แก่ ชินแตรอท (Galetti *et al.*, 1997) หัวกะหล่ำ (Fujita *et al.*, 1995) เห็ด (Hsu *et al.*, 1988) ผลอะโวคาโด พืช และกล้วยแช่แข็ง (Lambrech, 1995) จากการศึกษาการจุ่มชิ้นแอปเปิ้ลในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นระหว่างร้อยละ 0.25-0.75 พบว่ากรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นสูง (ร้อยละ 0.75) สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้นานกว่าความเข้มข้นอื่น (Lee-Kim *et al.*, 1994 ; Ponting *et al.*, 1972) แต่การใช้กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 0.02 และ 1 กับชิ้นแอปเปิ้ลพบว่าไม่สามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO โดยยังคงมีกิจกรรมเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้น เนื่องจากความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกต่ำเกินไป เมื่อมีก๊าซออกซิเจนจากภายนอกเข้ามาผสมจึงเกิดการรวมตัวเป็นสีน้ำตาล (Kannere *et al.*, 1977 ; Vamos-Vigyzo, 1995) อย่างไรก็ตามใช้กรดแอสคอร์บิกสามารถป้องกันการเปลี่ยนสีได้ชั่วคราว (Vamos-Vigyzo, 1995)

กรดแอสคอร์บิกเป็นเหมือนสาร antioxidant สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของ vegetable oil และ citrus oil (Niki, 1991) วิตามินซีมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ ascorbic acid (AA) และ dehydroascorbic acid (DHA) สามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมาได้ โดยการสร้างและการสลายของ AA เป็นไป DHA ไม่ได้ทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินซี แต่การสูญเสียวิตามินซีที่เกิดขึ้นเกิดจากการเปลี่ยนรูปที่ไม่ย้อนกลับของ dehydroascorbic acid ไปเป็น 2, 3-diketogulonic acid กระบวนการออกซิเดชันของกรดแอสคอร์บิกในเซลล์พืชเร่งด้วยเอนไซม์ oxidases เช่น ascorbic acid oxidase phenolase cytochrome oxidase และ peroxidase (Burton, 1982 ; Bangerth, 1973) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ pH ในสภาพที่เป็นกรดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดช้า สภาพที่ pH เป็นกลางปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้น และในสภาพที่เป็นด่าง ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเร็วที่สุด (Burton, 1982 ; McGill *et al.*, 1966)

● เฮกซิลเรซอร์ซินอล (hexylresorcinol)

4 - hexylresorcinol, (4 - HR) ($C_{12}H_{18}O_2$) : เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน แต่ที่อุณหภูมิห้องจะกลายเป็นของแข็ง น้ำหนักโมเลกุล 194.27 จุดหลอมเหลว 68 - 69 องศาเซลเซียส จุดเดือด 333 องศาเซลเซียส ละลายได้ในน้ำ < 1 mg/ml ที่ 23 องศาเซลเซียส ใน 95 % เอทานอล > 100 mg/ml ที่ 23 องศาเซลเซียส และละลายได้ในคลอโรฟอร์ม น้ำมันพืช กลีเซอรอล อีเธอร์ และละลายได้ดีในสารปิโตรเลียมอีเธอร์

สารนี้ถูกทำลายได้โดยสารเคมีจำพวก acid chlorides acid anhydrides และสารออกซิไดซ์อื่นๆ และไม่เสถียรต่อแสง และยังไม่มียางานหลักฐานแน่ชัดว่าเป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่สารละลายเข้มข้นอาจทำให้ระคายเคือง ผิวหนังไหม้ และมีผลต่อม้ามิลัสเมเบรอน โดยทั่วไปใช้เป็น

ส่วนผสมของยารักษาโรคเช่น โรคติดเชื้อในปัสสาวะ ใช้ทำความสะอาดบาดแผล และบรรเทาอาการเจ็บคอ

Larila *et al.* (1998) รายงานว่ามีการใช้ 4-Hexylresorcinol (4HR) ในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยมีการจดเป็นลิขสิทธิ์ไว้ซึ่งสารดังกล่าวใช้ได้กับกุ้ง แอปเปิ้ล มันฝรั่ง และผักกาดหอมห่อพันธุ์ไอส์เบิร์ก 4HR จะทำปฏิกิริยากับ PPO จนทำให้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ นอกจากนั้นสารนี้ยังมีข้อดีกว่าซัลไฟต์ โดยยับยั้งปฏิกิริยาในลักษณะที่เฉพาะ มีประสิทธิภาพดีแม้ใช้ที่ความเข้มข้นต่ำ ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงและมีความคงตัวสูง ในทางการค้าสารนี้มีชื่อว่า EverFresh™

Monsalve-Gonzalez *et al.* (1993) ทดลองใช้ hexylresorcinol (HR) ร้อยละ 0.02 ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก (AA) ร้อยละ 0.25 ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลสไลซ์พันธุ์ Red Delicious ที่มีความหนา 1 ซม. โดยเปรียบเทียบกับการใช้โซเดียมซัลไฟต์ร้อยละ 0.1 ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก ร้อยละ 0.25 ดีกว่าเมื่อเก็บรักษาชิ้นแอปเปิ้ลที่อุณหภูมิ 25°C. แต่ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาสูงกว่า 35°C.

Meza *et al.* (1995) ทดลองใช้ HR เปรียบเทียบน้ำส้มประดและซัลไฟต์ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลสไลซ์พันธุ์ Golden Delicious พบว่าน้ำส้มประดและซัลไฟต์ให้ผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่า HR

Castaner *et al.* (1996) ทดลองใช้ resorcinol ความเข้มข้น 1 g/L ในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมห่อพันธุ์ไอส์เบิร์ก พบว่าให้ผลดีกว่าการใช้กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 50 g/L และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้ซีเตเดอินความเข้มข้น 4 g/L หรือ EDTA ความเข้มข้น 5 g/L หรือกรดซิตริกความเข้มข้น 100 g/L

Buta *et al.* (2001) ทดลองใช้สารละลายผสมระหว่างกรดไอโซแอสคอร์บิก กรดอะมิโน 4-hexylresorcinol แกลเซียมคลอไรด์และเกลียวแคลเซียมอื่น ๆ ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลสไลซ์ และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 15°C. พบว่าสารละลายผสมระหว่างกรดไอโซแอสคอร์บิก 4-hexylresorcinol และ N-acetylcysteine มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนชิ้นแอปเปิ้ล

Lea Kim *et al.* (1997) ศึกษาผลของ 4HR กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และโบแซลไฟต์ต่อ เอนไซม์ polyphenol oxidase ใน burdock roots พบว่า HR สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวได้ที่มีความเข้มข้นต่ำ ในการใช้สารละลายผสมระหว่าง HR และกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 1 และจุ่ม burdock roots เป็นเวลา 5 นาที สามารถยับยั้งปฏิกิริยาจากเอนไซม์ดังกล่าวได้มากกว่าร้อยละ 90 และสารละลายผสมที่ให้ผลยับยั้งเอนไซม์เรียงลำดับจากประสิทธิภาพสูงไปต่ำ คือ HR ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก HR ร่วมกับกรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิกร่วมกับกรดซิตริก

Monsalve Gonzalez *et al.* (1993) ได้ศึกษาการยับยั้ง ปฏิกิริยาสีน้ำตาลในแอปเปิ้ล (Red Pelicions on thick shices) โดยใช้สาร Hexylresorcinol 0.02% (w/v) ร่วมกับ กรดแอสคอร์บิก 0.25% (w/v), และโซเดียมซัลไฟต์ 0.1% (w/v) ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก 0.25% (w/v) ทำการจุ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 1 3 และ 10 ชั่วโมง แล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติกภายใต้สุญญากาศเก็บเป็นเวลา 75 วัน ที่อุณหภูมิ 25 30 35 และ 45 °C พบว่าการสาร Hexylresorcinol ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์ที่เทียบได้กับสาร โซเดียมซัลไฟต์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 25°C และเก็บที่ อุณหภูมิ 35°C ยังไม่มีผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

❑ สารฟอกสี (Bleaching agent)

● ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide)

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) เป็นของเหลวที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีสูตรโมเลกุล คือ H_2O_2 ประกอบด้วย ไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม มีจุดหลอมเหลวที่ -0.41 องศาเซลเซียส จุดเดือดที่ 150.2 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่น 1.4 กรัมต่อมิลลิกรัม (1.4 g/ml) ละลายได้ในแอลกอฮอล์และอีเทอร์ มีคุณสมบัติที่ค่อนข้างเสถียรแต่สามารถสลายตัวให้ออกซิเจนกับน้ำ เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ มีคุณสมบัติคล้ายกับโอโซน โดยสามารถทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดส์(oxidizing agents) จึงสามารถใช้ฆ่าเชื้อโรคได้ดี

เนื่องจากคุณสมบัติพิเศษของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ช่วยในการฟอกสีทำให้มีสีขาวขึ้น จึงได้ใช้ในวงการทันตแพทย์ โดยได้ถูกนำมาใช้เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำหน้าที่ฟอกสีฟันให้ขาวขึ้น สารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ระหว่างก๊าซออกซิเจนที่ได้จากการสลายตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์กับสารที่มีสีในฟัน ทำให้ฟันมีสีขาวขึ้น สำหรับยาสีฟันจะมีสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นส่วนประกอบประมาณ 3 %

ในปี คศ. 1986 องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drug Administration) ได้ยอมรับให้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นสาร GRAS (Generally Reconized As

Safe) โดยสามารถใช้เป็นองค์ประกอบในการแปรรูปอาหารได้ (ตารางที่ 1) และนอกจากนี้ในการผลิตพืชอินทรีย์ กระทรงเวชกรและสหกรณ์ได้อนุญาตให้ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อโรคในผักสดและผลไม้ได้

Forney (1991) ได้ทำการรมผลองุ่นพันธุ์ Thompson Seedless และ Red Globe (*Vitis vinifera* L.) ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เพื่อป้องกันการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* โดยทำการปลูกเชื้อราบนผลองุ่น แล้วทำการรมองุ่นด้วย H_2O_2 ที่ระดับความเข้มข้น 30-35 % ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และทำการเก็บผลองุ่นไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษาองุ่นนาน 24 ชม. การรมด้วย H_2O_2 สามารถลดอัตราการเจริญของสปอร์ของเชื้อราได้ 81 % และ 62 % ในองุ่นพันธุ์ Thompson Seedless และ Red Globe ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และเมื่อทำการเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่าสามารถลดอัตราการเน่าเสียของผลองุ่นที่ไม่ได้ปลูกเชื้อได้ 73% และ 28% ในองุ่นพันธุ์ Thompson Seedless และ Red Globe ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และการรมด้วย H_2O_2 ไม่มีผลต่อสีและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

Smilanick (1995) ได้ศึกษาพบว่าสารละลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไม่มีผลในการควบคุมการเกิดโรคราสีเขียวที่เกิดจากเชื้อรา *Penicillium digitatum* บนผลมะนาว

Eris *et al.* (1994) ได้ศึกษาโดยทำการรมผลองุ่น ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ระดับความเข้มข้น 30-35 % โดยทำการรมนาน 5 10 15 และ 20 นาที ที่อุณหภูมิ 30 40 และ 60 องศาเซลเซียส แล้วทำการเก็บรักษาไว้ที่ 0-1 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 เดือน พบว่าผลองุ่นที่รมด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ นาน 10 และ 20 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และการรมเป็นระยะเวลา 5 และ 10 นาทีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีกว่าชุดทดลองอื่นๆ แต่พบว่า การรมเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสให้ผลดีที่สุดในทั้งทางด้านรสชาติและลักษณะภายนอก

Fallik *et al.* (1994) ได้ศึกษาการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Sanosil -25, H_2O_2 48%) เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* และ *Alternaria alternata* ในสภาพ *in vitro* พบว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 1.5% และ 2.0% สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราทั้งสองชนิดได้อย่างสมบูรณ์ และ การจุ่มผลมะเขือม่วงและพริกหวาน ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.5 % พบว่าสามารถลดอัตราการเจริญของเชื้อราและยืดอายุการเก็บรักษา

ของผลมะเขือม่วงและพริกหวานได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่ในสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

ตารางที่ 2.1 ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในการแปรรูปอาหาร

Functional use	Food	Maximum treatment level
Sterilization	Aseptic packaging	<0.5 ppm H_2O_2 in distilled water packaged under production conditions
Antimicrobial agent	Milk for cheese making Whey Starch	0.05% 0.04% 0.15%
Oxidizing/reducing agent	Dried eggs, dried egg whites and dried egg yolks Wine Corn syrup (to remove SO_2 in finished product) Starch (to remove excess SO_2)	Amount sufficient for the purpose Amount sufficient for the purpose 0.15% 0.15%
Antimicrobial agent (vinegar)	Wine vinegar (remove SO_2 from wine prior to fermentation to produce	Amount sufficient for the purpose
Bleaching agent	Tripe Emulsifiers containing fatty acid esters (hydroxylated lecithin) Beef feet Herring Instant tea Colored (annatto) cheese whey Starch Lecithin	Amount sufficient for the purpose 1.25% Amount sufficient for the purpose Amount sufficient for the purpose Amount sufficient for the purpose 0.05% 0.95% Amount sufficient for the purpose

ที่มา : www.Solvavinterox.com (Information accurate as of March 31, 2000)

Mcwatters *et al.* (2000) ได้ศึกษาการใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 % ร่วมกับกรดแลกติก 1.5% ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ในแอปเปิ้ล ส้ม มะเขือเทศและผักกาดหอมห่อได้ การแช่ผักกาดหอมห่อพร้อมบริโภคในสารละลาย ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 2 % ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วินาที มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ โดยที่คุณภาพในการบริโภคยังเป็นที่ยอมรับ

ไพบุลย์ และคณะ (2538) ทดลองสกัดใยอาหาร (dietary fiber) จากเปลือกโกโก้และใช้ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ นำไปทดแทนแป้งสาลีโดยนำเปลือกโกโก้แห้งผ่านกระบวนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ได้เตรียมเป็นของเหลวเข้มข้นร้อยละ 5 ใช้เวลาแช่นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส สภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการกำจัดลิกนิน และพอลิฟีนอล ใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัตถุดิบที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 ชั่วโมง โดยควบคุมพีเอชที่ 8.5-10.8 และทำการฟอกสี 2 ครั้ง สีของใยอาหารผงที่ได้อยู่ในช่วงขาวถึงขาวอมเหลือง มีปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ใยอาหารที่ละลายน้ำ ลิกนิน และเซลลูโลสเท่ากับร้อยละ 90.23 2.27 และ 54.09 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารในอัตราร้อยละ 0 และ 5 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อระดับใยอาหารมากขึ้น การยอมรับลดน้อยลง

จุฬาลักษณ์ และคณะ(2544) ทดลองเติมเซลลูโลสผงที่ผลิตจากเปลือกถั่วเหลืองและเปลือกถั่วเขียวในผลิตภัณฑ์พายท้องไก่เพื่อลดการอมน้ำมัน โดยผ่านกระบวนการสกัดโดยใช้ด่าง ฟอกสีด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ พบว่าเปลือกถั่วเหลืองและเปลือกถั่วเขียวให้ผลผลิตเซลลูโลสร้อยละ 40 และ 36 ตามลำดับ มีสีขาวปนเหลือง นำไปทดแทนแป้งสาลีในพายท้องไก่ที่ระดับร้อยละ 0, 1, 3 และ 5 พบว่าเซลลูโลสผงที่ผลิตได้ทั้งสองชนิดในระดับร้อยละ 3 สามารถลดไขมันได้ โดยเซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลืองสามารถลดปริมาณไขมันได้ร้อยละ 20 ส่วนเซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเขียวจะลดปริมาณไขมันได้เพียงร้อยละ 5 ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

❑ การตลาดของลำไย

ลำไยถือได้ว่าเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เพราะผลผลิตลำไยเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งนอกจากปริมาณผลผลิตจะพอเพียงต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท และมีแนวโน้มว่าปริมาณและมูลค่าการส่งออกยังคงเพิ่มขึ้นทุกปี

• ลักษณะการซื้อขายลำไย

การซื้อขายลำไยระหว่างเกษตรกรกับพ่อค้าโดยส่วนใหญ่แล้ว พ่อค้ามักจะเป็นผู้กำหนดราคาในการซื้อขาย ซึ่งรูปแบบการขายของเกษตรกรจะมี 3 รูปแบบ

1. การขายแบบเหมาสวน

เป็นลักษณะการขายแบบเหมาสวนก่อนที่ผลผลิตจะออกสู่ตลาด หรือเป็นการซื้อขายล่วงหน้าซึ่งเรียกว่า “ตกเขียว” ซึ่งอาจจะขายเหมาเป็นบางส่วน หรือขายเหมาทั้งหมดก็ได้ โดยพ่อค้าจะเข้าไปติดต่อดตกลงราคาซื้อขายกับเกษตรกรเจ้าของสวนที่ต้องการจะเหมา เมื่อตกลงราคาซื้อขายกันได้แล้ว พ่อค้าจะจ่ายเงินมัดจำไว้ ส่วนเงินที่เหลือจะทยอยจ่ายให้เมื่อเข้าไปเก็บเกี่ยวผลผลิตจนหมดสวนแล้วเกษตรกรที่ขายเหมาในช่วงลำไยติดผล และเริ่มมีการเก็บเกี่ยวเข้าสู่ตลาดแล้วจะขายได้ในราคาที่ใกล้เคียงกับราคาตลาด ส่วนเกษตรกรที่ขายไปในช่วงที่ลำไยออกดอกหรือติดผลในระยะเริ่มต้นจะขายได้ในราคาที่ต่ำ เพราะในขณะที่ขายนั้นไม่ทราบภาวะตลาดและราคาที่แท้จริง

2. เกษตรกรขายเองหรือขายอิสระ

เป็นลักษณะที่เกษตรกรอาจขายลำไยเองที่สวน หรือมีพ่อค้ามารับซื้อถึงสวนหรือนำไปวางขายที่ตลาด หรือนำไปขายที่จุดรับซื้อของพ่อค้าในระดับต่าง ๆ โดยเกษตรกรอาจจะขายแยกตามเกรดหรือขายคละก็ได้

3. การรวมกลุ่มกันขาย

เป็นการขายในลักษณะที่เกษตรกรรวมกลุ่มกันขายลำไยให้กับพ่อค้า เพื่อที่จะได้มีอำนาจต่อรองทางด้านราคากับพ่อค้า แต่วิธีการแบบนี้ยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก จะเห็นได้จากการสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าในปี พ.ศ. 2538 เกษตรกรไม่ใช้วิธีการขายแบบนี้

• วิธีการตลาดลำไย

การซื้อขายลำไยจากเกษตรกรจนถึงผู้บริโภค ได้ผ่านผู้ที่ทำหน้าที่ทางการตลาดพอสรุปเป็นภาพรวมได้ดังนี้ เกษตรกร จะจำหน่ายผลผลิตให้กับพ่อค้าท้องถิ่น พ่อค้าท้องถิ่น พ่อค้าขายส่งต่างจังหวัด พ่อค้าขายส่งกรุงเทพฯ โรงงานแปรรูป ผู้ส่งออกและขายให้กับผู้บริโภคภายในประเทศโดยตรงพ่อค้าท้องถิ่น จะจำหน่ายผลผลิตต่อไปให้กับพ่อค้าท้องถิ่น พ่อค้าขายส่งต่างจังหวัด พ่อค้าขายส่งกรุงเทพฯ พ่อค้าขายปลีก ผู้ส่งออกและโรงงานแปรรูปพ่อค้าท้องถิ่น จะจำหน่ายผลผลิตต่อไปให้กับพ่อค้าขายส่งกรุงเทพฯ โรงงานแปรรูปและผู้ส่งออกโรงงานแปรรูป จะรับซื้อผลผลิตแล้วมาทำการแปรรูปเป็นลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋อง และลำไยแช่แข็ง จำหน่ายภายในประเทศ และ

ส่งออกไปต่างประเทศพ่อค้าขายส่งกรุงเทพฯ จะจำหน่ายผลผลิตให้กับพ่อค้าขายปลีก พ่อค้าต่างจังหวัดและผู้บริโภคภายในประเทศพ่อค้าขายส่งต่างจังหวัด จะจำหน่ายผลผลิตให้แก่พ่อค้าขายปลีกและผู้บริโภคภายในประเทศพ่อค้าขายปลีก จำหน่ายผลผลิตให้กับผู้บริโภคภายในประเทศ

● การจัดชั้นคุณภาพหรือการจัดเกรดของลำไย

1. เกรดใหญ่พิเศษ มีจำนวนผลไม่เกิน 70 ผลต่อกิโลกรัม
2. เกรด A มีจำนวนผลตั้งแต่ 71-80 ผลต่อกิโลกรัม
3. เกรด B มีจำนวนผลตั้งแต่ 81-90 ผลต่อกิโลกรัม
4. เกรด C มีจำนวนผลตั้งแต่ 91 ผลต่อกิโลกรัมขึ้นไป

ส่วนลำไยร่วงไม่มีการจัดเกรดแต่อย่างใด แต่อย่างไรก็ตาม การจัดชั้นคุณภาพของลำไย อาจแตกต่างกันออกไปตามแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีการจัดเกรดหลาย ๆ แบบ เช่น เกรด จัมโบ้, A, B, C หรือ เกรดจัมโบ้, A, B, C, ร่วง เกรด A, B, C หรือ เกรด 1, 2, 3 เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วในการกำหนดเกรดของลำไยจะขึ้นอยู่กับดุลพินิจของพ่อค้าที่มารับซื้อ

● การบรรจุหีบห่อลำไย

การบรรจุหีบห่อเพื่อนำลำไยไปขายจะมี 3 ลักษณะ คือ การบรรจุเชิงและการบรรจุกล่อง ซึ่งจากการสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพบว่า เกษตรกรจะนิยมบรรจุลำไยแบบกล่องมากกว่าการบรรจุแบบเชิง ทั้งนี้ เนื่องจากการบรรจุแบบกล่องมีความสะดวกและมีความสวยงามมากกว่า ซึ่งประเภทของกล่องที่ใช้บรรจุมีทั้งแบบเป็นกล่องกระดาษและแบบกล่องพลาสติก

● การขนส่งลำไย

การขนส่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การขนส่งภายในประเทศ และการขนส่งไปต่างประเทศ

1. การขนส่งภายในประเทศ

การขนส่งภายในประเทศ จะทำการขนส่งโดยรถยนต์และรถไฟ ซึ่งการขนส่งโดยรถยนต์ ส่วนใหญ่จะใช้รถบรรทุก 6 ล้อ หรือ 4 ล้อ ส่วนการขนส่งโดยรถไฟ จะมีทั้งขบวนรถด่วนและรถเร็ว ซึ่งอัตราค่าขนส่งโดยรถยนต์หรือรถไฟขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะทางในการขนส่ง กล่าวคือ ยิ่งระยะทางไกลเท่าใด อัตราค่าขนส่งยิ่งแพงขึ้นเท่านั้น

2. การขนส่งไปต่างประเทศ

การขนส่งไปต่างประเทศ สามารถขนส่งได้ 4 ทาง คือ

2.1 การขนส่งทางรถยนต์

ผู้ส่งออกมักใช้รถตู้คอนเทนเนอร์ปรับอากาศ โดยก่อนที่จะนำลำไยขึ้นจากรถ จะมีการอบด้วยสารฆ่าเชื้อฟอร์ไดออกไซด์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยให้นานขึ้น จากนั้นจะขนส่งผ่านชายแดนภาคใต้ไปประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์

2.2 การขนส่งทางรถไฟ

ทางการรถไฟแห่งประเทศไทยได้ให้บริการจัดส่งลำไยจากกรุงเทพฯ ไปยังกรุงกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซียเท่านั้น

2.3 การขนส่งทางเรือ

เป็นวิธีการขนส่งที่พ่อค้านิยมกันอย่างมาก เพราะมีค่าระวางถูกกว่าการขนส่งทางเครื่องบิน และสามารถบรรทุกได้คราวละมาก ๆ รวมทั้งปัจจุบันได้มีการอบก๊าซซัลเฟอร์ให้กับลำไยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาทำให้สามารถขนส่งลำไยทางเรือไปยังประเทศไกลๆ ได้โดยที่ลำไยไม่เน่าเสีย

2.4 การขนส่งทางเครื่องบิน

ผู้ส่งออกสามารถขนส่งลำไยโดยระวางบรรทุกเครื่องบินประจำ หรือเที่ยวบินเช่าเหมาลำเพื่อการขนส่งลำไยโดยเฉพาะก็ได้

• ความต้องการใช้ลำไย

ปริมาณความต้องการใช้ลำไยจะมากน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตในแต่ละปี ซึ่งความต้องการใช้ลำไยแบ่งออกได้ 3 ลักษณะ คือ

1. บริโภคสดภายในประเทศ
2. แปรรูปเป็นลำไยกระป๋อง และลำไยอบแห้ง
3. ส่งออกเป็นลำไยสด และแช่แข็งโดยปกติผลผลิตลำไยที่ได้จะใช้บริโภคภายในประเทศคิดเป็นร้อยละ 20 ส่งออกเป็นลำไยสดและแช่แข็งคิดเป็นร้อยละ 30 แปรรูปเป็นลำไยอบแห้งคิดเป็นร้อยละ 35 และลำไยกระป๋องคิดเป็นร้อยละ 30 แปรรูปเป็นลำไยกระป๋องและอบแห้งคิดเป็นร้อยละ 60 และบริโภคภายในประเทศเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น

• การกำหนดราคาซื้อขายลำไย

ในการกำหนดราคาซื้อขายลำไยของพ่อค้าจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่สำคัญ ได้แก่

1. ปริมาณผลผลิตที่ออกมาในแต่ละปี
2. พันธุ์ของลำไย ซึ่งลำไยที่ได้ราคาสูงสุดคือ พันธุ์สีชมพู รองลงมา ได้แก่ พันธุ์เขียวเขียว แห้ว อีค่อ

3. ขนาดและคุณภาพของลำไย

4. ปริมาณความต้องการของตลาดกรุงเทพฯ
5. ราคาและปริมาณการส่งออกต่างประเทศ
6. ราคาซื้อขายในวันที่ผ่านมา
7. จำนวนพ่อค้าขายส่งและขายปลีก

● ตลาดลำไยภายในประเทศ

1. ลำไยสด

ตลาดลำไยสดที่สำคัญคือ ตลาดภายในกรุงเทพฯ ซึ่งได้แก่ ตลาดมหภาค ตลาดสี่มุมเมือง ปากคลองตลาด และตลาดไท ซึ่งการบริโภคลำไยสดส่วนใหญ่เป็นลำไยเกรด A ที่เหลือจากการส่งออกและลำไยเกรด B นอกจากนี้ ลำไยยังกระจายไปยังตลาดตามจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ โดยพ่อค้าจะนำรถบรรทุกไปรับซื้อเองที่สวน หรือจูดรับซื้อหรือพ่อค้าต่างจังหวัด อาจซื้อจากพ่อค้าขายส่งในกรุงเทพฯ แล้วนำไปจำหน่ายยังจังหวัดของตนหรือจำหน่ายไปตามจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศ ซึ่งตลาดรวบรวมที่สำคัญมักอยู่ในจังหวัดที่เป็นศูนย์กลางการค้าในภูมิภาคนั้น ๆ เช่น หาดใหญ่ สงขลา นครศรีธรรมราช นครสวรรค์ นครราชสีมา และขอนแก่น เป็นต้น

2. ลำไยกระป๋อง

ส่วนใหญ่ตลาดภายในประเทศของลำไยกระป๋องมักจะกระจัดกระจายตามร้านค้าทั่ว ๆ ไป หรือตามศูนย์การค้าต่าง ๆ

3. ลำไยอบแห้ง

ตลาดจะอยู่ทั่ว ๆ ไป ตามร้านค้าหรือศูนย์การค้าต่าง ๆ

● ตลาดลำไยต่างประเทศ

โดยภาพรวมแล้วมูลค่าการส่งออกในแต่ละผลิตภัณฑ์ของลำไย คือ ลำไยสด ลำไยแช่แข็ง ลำไยอบแห้งและลำไยกระป๋อง มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตลอดมาทุกปี ซึ่งตลาดส่งออกที่สำคัญในแต่ละผลิตภัณฑ์มีดังนี้

1. ลำไยสด

มีตลาดหลักที่สำคัญคือ ฮองกง รองลงมาได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย แคนาดา สิงคโปร์ จีน ตามลำดับ โดยการนำเข้าลำไยสดของฮองกงเป็นการส่งออกต่อไปยังจีน ส่วนสวิสเซอร์แลนด์ ฟิลิปปินส์ อินเดีย และบรูไน มีการนำเข้าลำไยสดเพียงเล็กน้อย

2. ลำไยแช่แข็ง

มีตลาดหลักที่สำคัญคือ สหรัฐอเมริกา รองลงมาได้แก่ ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น และฮองกง ตามลำดับ

แต่การส่งออกลำไยแช่แข็งยังถือว่ามียุทธศาสตร์การส่งออกที่น้อย เมื่อเทียบกับปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ลำไยประเภทอื่น ๆ

3. ลำไยอบแห้ง

มีตลาดหลักที่สำคัญ คือฮ่องกงและจีน รองลงมาได้แก่ สิงคโปร์ เกาหลีใต้ รัสเซียและแคนาดา และมาเลเซีย ตามลำดับ ส่วนสหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส และแคนาดา มีการนำเข้าลำไยอบแห้งเพียงเล็กน้อย

4. ลำไยกระป๋อง

มีตลาดหลักที่สำคัญคือ มาเลเซียและสิงคโปร์ รองลงมาได้แก่ ฮ่องกง สหรัฐอเมริกา และอินโดนีเซีย ตามลำดับ ส่วนฝรั่งเศส จีน ฟิลิปปินส์ ออสเตรเลีย เวียดนาม และญี่ปุ่น มีการนำเข้าลำไยกระป๋องเพียงเล็กน้อย

● ประเภทคู่แข่ง

1. ลำไยสด

ลำไยของไทยแทบจะไม่มีปัญหาทางด้านคู่แข่ง เนื่องจากประเทศผู้ผลิตอื่น ๆ เช่น จีน ฟิลิปปินส์ เวียดนาม ออสเตรเลีย เป็นต้น ยังไม่สามารถแข่งขันกับประเทศไทยได้ทั้งในด้านปริมาณที่มีมากกว่า ราคาที่เหมาะสม รวมทั้งคุณภาพและรสชาติลำไยของไทยที่ดีกว่า เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป อย่างไรก็ตาม คู่แข่งขันที่ไม่ควรมองข้ามคือ จีน เนื่องจากปัจจุบันจีนเร่งเพิ่มพื้นที่การผลิตลำไยในประเทศอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในมณฑลกวางสี ได้เร่งปลูกลำไยพันธุ์เปลี่ยน ซึ่งจะให้ผลผลิตในอีก 2 ปีข้างหน้า ซึ่งเมื่อจีนมีปริมาณลำไยในประเทศเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้มีการนำเข้าลำไยจากต่างประเทศลดลงตามไปด้วย

2. ลำไยกระป๋อง

ลำไยกระป๋อง คู่แข่งขันของไทยมีเพียงประเทศไต้หวันเท่านั้น แต่ลำไยกระป๋องของไต้หวันมีต้นทุนการผลิตที่สูง ทำให้มีราคาที่สูงกว่าของไทย ดังนั้น ลำไยกระป๋องของไต้หวันจึงไม่มีผลกระทบกับการส่งออกลำไยกระป๋องของไทยมากนัก

3. ลำไยอบแห้ง

ลำไยอบแห้ง คู่แข่งขันของไทย ได้แก่ จีน ฟิลิปปินส์และเวียดนาม ถึงแม้คุณภาพลำไยอบแห้งของจีนและไต้หวันจะดีกว่าของไทย แต่ก็มีราคาที่สูงกว่า ส่วนลำไยอบแห้งของเวียดนามนั้นมีคุณภาพและราคาที่ต่ำกว่าของไทย โดยสรุปแล้วการส่งออกลำไยสด ลำไยแช่แข็ง และลำไยกระป๋องแทบจะไม่มีปัญหาทางด้านคู่แข่ง ส่วนลำไยอบแห้งยังถือว่า ไทยยังมีศักยภาพทางด้านการแข่งขันที่ดีกว่าคู่แข่ง

• ปัญหาทางด้านการตลาดลำไย

ปัญหาทางด้านการตลาดที่สำคัญ ได้แก่

1. เกษตรกรขาดข้อมูลข่าวสารทางการตลาดที่ทันสมัย
2. การที่รัฐบาลมีนโยบายการพัฒนาลำไย โดยการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้มากขึ้นจะก่อให้เกิดปัญหา ลำไยล้นตลาดซึ่งจะส่งผลให้ราคาลำไยตกต่ำได้
3. ข้อมูลทั้งทางด้านการผลิตและการตลาดที่ได้จากการประมาณการบางปี คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ทำให้ยากต่อการวางแผนการผลิตและการตลาด
4. ขาดระบบการตลาดที่ดี เนื่องจากเกษตรกรมีลักษณะที่ต่างคนต่างขาย ทำให้ขาดอำนาจการต่อรอง รวมทั้งเกษตรกรยังมีความรู้ในเรื่องของตลาดกลางค่อนข้างเล็กน้อย
5. การใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ยังไม่เป็นที่ยอมรับในตลาดต่างประเทศมากนัก
6. การจัดเกรดมาตรฐานลำไยที่ไม่แน่นอน ทำให้เกิดปัญหาในการกำหนดราคาซื้อขายที่ไม่เป็นธรรม
7. ราคาลำไยมีความแปรผันสูง ทำให้เกษตรกรไม่สามารถทราบราคารายที่แน่นอนได้
8. ปัญหาการขาดแคลนตู้คอนเทนเนอร์และเที่ยวบินในการขนส่ง
9. การส่งออกลำไยสดที่ไม่แก่จัด หรือลำไยอบแห้งที่มีเชื้อรา ทำให้ต่างประเทศขาดความเชื่อถือ เกิดผลเสียต่อผู้ส่งออกและประเทศชาติ
10. ตลาดลำไยส่วนใหญ่ยังอยู่ในประเทศแถบเอเชีย ตลาดในทวีปยุโรปถือว่าแคบ
11. การเผยแพร่หรือการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับลำไยไทยในตลาดต่างประเทศยังมีน้อยเกินไป (มนตรี, 2543)

3. วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. ศึกษาข้อมูลการปฏิบัติทางการค้าและกระบวนการขนส่ง และสร้างแบบจำลองการปฏิบัติและการขนส่งของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว
2. ศึกษาชนิดและปริมาณของสารเคมี และสภาวะที่เหมาะสมในการใช้สารเคมีที่ทดแทนสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับลำไยเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ยืดอายุการเก็บรักษาลำไย หลังการเก็บเกี่ยว และทำให้สีผิวลำไยสวย
3. เปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และลำไยที่ใช้สารเคมี ทดแทนสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์

4. วิธีการทดลอง

4.1 ศึกษาข้อมูลการปฏิบัติในทางการค้าของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการขนส่งจากเกษตรกรไปยังตลาดในประเทศและต่างประเทศ

4.1.1 วิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

4.1.1.1 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการด้านการหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย เช่น วิธีการการเก็บเกี่ยว ดัชนีในการเก็บเกี่ยว การลดความร้อน วิธีการตัดแต่ง วิธีการคัดเกรด ลักษณะการบรรจุ ภาชนะบรรจุ และปริมาณที่บรรจุ ของลำไยในแหล่งผลิตลำไยที่สำคัญในภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดที่ใกล้เคียง ของเกษตรกร

4.1.1.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการด้านการหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย การลดความร้อน วิธีการตัดแต่ง วิธีการคัดเกรด ลักษณะการบรรจุ ภาชนะบรรจุ และปริมาณที่บรรจุ ของลำไยในแหล่งผลิตลำไยที่สำคัญในภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดที่ใกล้เคียง ของผู้ค้าในท้องถิ่นและผู้ค้าประเภทบริษัทผู้ส่งออก

4.1.2 กระบวนการขนส่ง การเก็บรักษา

4.1.2.1 ศึกษาวิธีการขนส่งลำไยไปยังแหล่งจำหน่ายในประเทศ

4.1.2.2 ศึกษาวิธีการขนส่งลำไยไปยังแหล่งจำหน่ายต่างประเทศ

4.1.3 สร้างแบบจำลองการปฏิบัติและการขนส่งในทางการค้า

เมื่อได้ข้อมูลจากการรวบรวมและสัมภาษณ์จากข้อ 4.1.1 และข้อ 4.1.2 ทำการสร้างแบบจำลองในการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่ง

4.2 ศึกษาชนิด วิธีการใช้ และอุณหภูมิของสารเคมี ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาและทำให้สีผิวลำไยสวย

โดยใช้ลำไยพันธุ์ค้อ จากสวนในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก คัดเลือกช่อผลลำไยที่มีขนาดและสีสม่ำเสมอ และปราศจากเชื้อโรค ช่อละประมาณ 500 กรัมที่มีจำนวนผลใกล้เคียงกัน วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD โดยศึกษา 3 ปัจจัย คือสารเคมี วิธีการใช้สารเคมี และอุณหภูมิของสารเคมี

4.2.1 ศึกษาชนิดของสารเคมีที่สามารถป้องกันการเน่าเสีย และทำให้ลำไยมีผิวสวย

วางแผนการทดลองโดยทำการทดลอง ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่มีผลใน

การยับยั้งการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ (antimicrobial) คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเพิ่มความแข็งแรงให้กับข้าวลำไยต่อคุณภาพผลลำไย โดยใช้สาร CaCl_2 คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด ศึกษาชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผลลำไย (antibrowning reaction) คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด ศึกษาชนิดของสารฟอกสีต่อการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลและคุณภาพผลลำไย ได้แก่ สารฟอกสี ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด ศึกษาผลของการผสมผสานของสารที่ได้ทำการทดลองในการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ สารเพิ่มความแข็งแรงให้กับข้าวลำไย สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผลลำไย สารฟอกสี แล้วคัดเลือกชุดการทดลองที่ดีที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ลำไยที่มีคุณภาพดี มีความสะดวกในเชิงการค้า และการปฏิบัติของเกษตรกร หากผลการทดลองประสบความสำเร็จสามารถผลิตสารเคมีที่มีผลในการยืดอายุการเน่าเสียและช่วยให้ลำไยมีสีผิวสวยได้ในรูปสารเคมีผสมในทางการค้า

วิธีการทดลอง นำผลลำไยที่มีขนาดและสีสม่ำเสมอ และปราศจากเชื้อโรคชั่งประมาณ 500 กรัมที่มีจำนวนผลใกล้เคียงกัน มาจุ่มในสารละลายที่เตรียมไว้ที่เติมสาร tween 20 เพื่อให้สารเคมีเกาะติดลำไยมากขึ้น โดยทำการจุ่มในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง และเวลาในการจุ่ม 5 นาที ทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เปรียบเทียบผลการทดลองกับลำไยชุดควบคุม โดยแต่ละกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำๆละ 500 กรัม ทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลลำไยทุกวัน เช่น การเปลี่ยนแปลงสีผิว การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก จำนวนผลที่เกิดโรค และจำนวนผลที่ร่วง

4.2.1.1 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ Sodium metabisulfite และ Propyl parabens ต่อการควบคุมการทำงานของจุลินทรีย์และคุณภาพผลลำไย ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยศึกษาชนิดของสารละ 5 ระดับความเข้มข้น ทั้งหมดจะได้ 5 ระดับ X 2 สาร X 3 ซ้ำ + ชุดควบคุม ทำการทดลองทั้งหมด 31 กรรมวิธี ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของผลลำไย คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด 1 ชนิดของสารเคมีและ 1 ความเข้มข้น (X1)

4.2.1.2 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเพิ่มความแข็งแรงให้กับข้าวลำไยต่อคุณภาพผลลำไย โดยใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ทำการศึกษาสารแคลเซียมคลอไรด์ 5 ระดับ X 3 ซ้ำ + ชุดควบคุม ทำการทดลองทั้งหมด 16 กรรมวิธี ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของผลลำไย คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด 1 ชนิดของสารเคมีและ 1 ความเข้มข้น (X2)

4.2.1.3 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผลลำไย ได้แก่ hexylresorcinol, N-acetyl-L-cysteine, Citric acid, Ascorbic acid โดยใช้สารชนิดละ 5

ระดับความเข้มข้น ทำการศึกษาสาร 5 ระดับ X 4 สาร X 3 ซ้ำ + ชุดควบคุม ทำการทดลองทั้งหมด 61 กรรมวิธี ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของผลลำไย คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด 1 ชนิดของสารเคมีและ 1 ความเข้มข้น (X3)

4.2.1.4 ศึกษาชนิดของสารฟอกสีต่อการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลและคุณภาพผลลำไย ได้แก่ สารฟอกสี ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โดยทำการศึกษาสาร ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 5 ระดับ X 3 ซ้ำ ทำการทดลอง 15 กรรมวิธี ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของผลลำไย คัดเลือกผลที่ดีที่สุดมา 1 ชนิดของสารเคมีและ 1 ความเข้มข้น (X4)

4.2.1.5 ศึกษาผลของการผสมผสานของสารที่ได้ทำการทดลองในข้อ 4.2.1.1-4.2.1.4 โดยทำการผสมผสานกัน และมีชุดการทดลองดังนี้ (16 ชุดการทดลอง)

1. Control	2. X1	3. X2	4. X3
5. X4	6. X1X2	7. X1X3	8. X1X4
9. X2X3	10. X2X4	11. X3X4	12. X1X2X3
13. X1X2X4	14. X1X3X4	15. X2X3X4	16. X1X2X3X4

X1 = ผลการทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลอง 1

X2 = ผลการทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลอง 2

X3 = ผลการทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลอง 3

X4 = ผลการทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลอง 4

ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพของผลลำไยดังนี้

1) วัดค่าสีผิวด้านนอก โดยใช้ colorimeter minolta รุ่น CR 300

2) การประเมินคุณภาพ โดยการให้คะแนนสภาพผลลำไย

- 1= หอมสภาพ (มีราขึ้น ผลมีสีน้ำตาลทั้งหมด)
- 2= พอใช้ (ผลมีราขึ้นเล็กน้อย ผลมีสีน้ำตาล 75%)
- 3= ดี (ผลเริ่มมีสีน้ำตาลเล็กน้อย ไม่มีเชื้อรา)
- 4= สภาพดีมาก (ผลสด ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)

3) การประเมินการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผิวด้านนอก ทุก 24 ชม.

- 1= สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 1-20%ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

- 2= สัตว์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 21-40%ของพื้นที่ผิวทั้งหมด
 3= สัตว์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 41-60%ของพื้นที่ผิวทั้งหมด
 4= สัตว์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 61-80%ของพื้นที่ผิวทั้งหมด
 5= สัตว์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 81-100%ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

4) วัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักวันที่เก็บรักษา}) \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}}$$

5) วัดเปอร์เซ็นต์การร่วงของผล

$$\text{เปอร์เซ็นต์การร่วงของผล} = \frac{\text{จำนวนผลร่วง} \times 100}{\text{จำนวนผลลำไยทั้งหมด}}$$

6) วัดเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของผล

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย} = \frac{\text{จำนวนผลลำไยที่เน่าเสีย} \times 100}{\text{จำนวนผลลำไยทั้งหมด}}$$

7) ประเมินการเกิดเส้นใยของเชื้อรา

คัดเลือกชุดการทดลองของสารละลายผสมที่เหมาะสมที่สุด

4.2.2 ศึกษาวิธีการใช้สารเคมีที่เหมาะสม

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา คือ การจุ่ม และการฉีดพ่น โดยแปรระยะเวลาในการจุ่มสารเคมี 3 ปัจจัยดังต่อไปนี้ 5 10 และ 15 นาที กำหนดชุดควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) คัดเลือกสารเคมีที่เหมาะสมจากข้อ 4.2.1 มาศึกษาระยะเวลาในการจุ่ม และฉีดพ่นที่เหมาะสม ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1 จุ่มสารเคมีที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันและฉีดพ่น ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เก็บรักษาลำไยไว้ในอุณหภูมิห้อง และวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทุก 2 วัน เช่นเดียวกับข้อ 4.2.1

4.2.2.1 ชุดควบคุม

4.2.2.2 จุ่มระยะเวลา 5 นาที

4.2.2.3 จุ่มระยะเวลา 10 นาที

4.2.2.4 จุ่มระยะเวลา 15 นาที

4.2.2.5 ถัดพ้นจนกระทั่งผลลำไยเปียกชุ่ม (run off)

คัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมซึ่งสะดวกในเชิงการค้า

4.2.3 ศึกษาอุณหภูมิในการจุ่ม

โดยเลือกสารเคมีและวิธีการที่เหมาะสมจากข้อ 4.2.2 มาศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมจุ่ม 4 ระดับ ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1 จุ่มสารเคมีที่ระยะเวลาต่างกัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง และวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทุก 2 วัน เช่นเดียวกับข้อ 4.2.1

4.2.3.1 จุ่มที่อุณหภูมิห้อง

4.2.3.2 จุ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

4.2.3.3 จุ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

4.2.3.4 จุ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมซึ่งสะดวกในเชิงการค้า

4.2.4 ศึกษาปัจจัยร่วมของสารเคมี วิธีการ และอุณหภูมิที่เหมาะสม

ทำการศึกษาปัจจัยร่วมของสารเคมี วิธีการ และอุณหภูมิที่เหมาะสม ที่ได้จากข้อ 4.2.2 และ 4.2.3 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง และวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่นเดียวกับข้อ 4.2.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลินทรีย์ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุก 2 วัน

4.2.4.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

- วัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA) โดยการไทเทรต (AOAC, 1990)
- วัดปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid) (AOAC, 1990)
- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids, TSS) โดยใช้ hand refractometer

4.2.4.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

- ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ผิวของเปลือกนอกและขั้วผลของลำไย

- ประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่า

4.2.4.3 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

- ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบชิมโดยวิธี 9 point hedonic scale
- สังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอก
คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม

4.3 เปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารเคมีชนิดที่ได้จากการทดลอง โดยทำการขนส่งตามแบบปฏิบัติในทางการค้า และศึกษาอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และคุณภาพของผลผลิตในระหว่างการขนส่งและรอจำหน่าย

ผลิตลำไยที่ผ่านการจุ่มสารเคมีชนิดที่ได้จากการทดลอง ทำการผลิตลำไยที่มีสภาวะที่เหมาะสมตามข้อ 4.2.4 และนำลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากแหล่งผลิตในเขตภาคเหนือ ทำการศึกษากระบวนการขนส่งตามแบบที่ปฏิบัติในการขนส่งลำไยในทางการค้าตามข้อมูลที่ได้จากข้อ 4.1.3 ทำการบรรจุหีบห่อและขนส่ง โดยนำลำไยที่จุ่มสารเคมีจากการทดลองและลำไยที่รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาบรรจุในกล่องกระดาษ ตะกร้าพลาสติก ตามหลักปฏิบัติในทางการค้า ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และทำการขนส่งตามข้อมูลที่ได้จากข้อ 4.1.3 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอนดังต่อไปนี้

4.3.1 การขนส่งลำไยเพื่อจำหน่ายตลาดในประเทศ

โดยเปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารเคมีชนิดที่ได้จากการทดลอง วัตถุประสงค์ในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา ทำการวัดคุณภาพดังต่อไปนี้ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของภาชนะบรรจุและลำไยระหว่างการขนส่ง การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของภาชนะบรรจุของลำไยระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงสีผิว การสูญเสียน้ำหนัก การร่วงของผล และการเกิดเชื้อราในระหว่างรอจำหน่าย

4.3.2 การขนส่งลำไยเพื่อจำหน่ายตลาดต่างประเทศ

โดยเปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารเคมีชนิดที่ได้จากการวัดคุณภาพในระหว่างการขนส่งดังต่อไปนี้ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของภาชนะบรรจุและลำไยระหว่างการขนส่ง การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของภาชนะบรรจุของลำไยระหว่างการขนส่ง

4.3.3 ตรวจสอบปริมาณสารตกค้าง

โดยวิเคราะห์สารเคมีตกค้างที่เปลือก และเนื้อลำไยแต่ละชนิด เปรียบเทียบปริมาณตามมาตรฐานของสารเคมีตกค้างแต่ละชนิดตามข้อกำหนด

5. ผลการวิจัย

5.1 ศึกษาข้อมูลการปฏิบัติในทางการค้าของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการขนส่งจากเกษตรกรไปตลาดในประเทศและต่างประเทศ

5.1.1 วิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

วิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทำการศึกษาโดยทำการสำรวจข้อมูลทางด้าน

ต่าง ๆ ของเกษตรกรและผู้ค้าโดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ง.) รายละเอียดดังแสดงในข้อ 5.1.1.1 และข้อ 5.1.1.2

5.1.1.1 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย เช่น วิธีการเก็บเกี่ยว ดัชนีในการเก็บเกี่ยว การลดความร้อน วิธีการตัดแต่ง วิธีการคัดเกรด ลักษณะการบรรจุ ภาชนะบรรจุและปริมาณที่บรรจุของลำไยในแหล่งผลิตลำไยที่สำคัญในภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดที่ใกล้เคียงของเกษตรกร

ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรและผู้ค้าลำไยในเขตภาคเหนือ เรื่องวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ประชากรที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ คือ เกษตรกรกลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไยและผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ 3 จังหวัด โดยคัดเลือกจังหวัด เชียงใหม่ ลำพูนและพะเยา เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่และปริมาณการปลูกลำไยมาก โดยพบว่าในปี 2544 จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูกลำไย 189,429 ไร่ จังหวัดลำพูน มีพื้นที่ปลูกลำไย 219,769 ไร่ และจังหวัดพะเยา มีพื้นที่ปลูกลำไย 37,913 ไร่ ผลผลิตจังหวัดเชียงใหม่ 60,000 ตัน จังหวัดลำพูน 66,126 ตัน และ จังหวัดพะเยา 4,863 ตัน (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดลำพูน, 2544)

กลุ่มตัวอย่าง

ทำการสำรวจเกษตรกรกลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไยและผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ โดยคัดเลือกจังหวัดที่มีพื้นที่การปลูกลำไยและปริมาณผลผลิตลำไยมากที่สุด คือ จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และพะเยา ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 150 ราย คัดเลือกจากเกษตรกรที่มีการรวมกลุ่มเพื่อปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก ดังนี้

1. กลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไยตำบลบ้านแป้น อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
2. กลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไยตำบลทุ่งทาหลวง ตำบลทุ่งทาหลวง อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน
3. กลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก ตำบลมะกอก อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน
4. กลุ่มทำสวนลำไยตำบลป่าซาง ตำบลป่าซาง อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน
5. กลุ่มสหพันธ์ชาวสวนลำไยกิ่งอำเภอเวียงหนองล่อง ตำบลวังผาง กิ่งอำเภอเวียง

หนองหล่ม จังหวัดลำพูน

6. กลุ่มเกษตรกรทำสวนป่านะ ค้าปลาน้ำจืด อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่
7. กลุ่มพัฒนาคุณภาพลำไย ค้าปลาน้ำจืด อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่
8. กลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไย ค้าปลาน้ำจืด อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่
9. กลุ่มปรับปรุงคุณภาพผลไม้สวนลำไย ค้าปลาน้ำจืด อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่
10. กลุ่มเกษตรกรค้าปลาน้ำจืด ค้าปลาน้ำจืด อำเภอสันป่าดง จังหวัดเชียงใหม่
11. กลุ่มเกษตรกรอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา
12. กลุ่มเกษตรกรอำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา
13. กลุ่มเกษตรกรอำเภอจุน จังหวัดพะเยา
14. กลุ่มเกษตรกรอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา
15. กลุ่มเกษตรกรอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ตารางที่ 5.1 ร้อยละของแบบสอบถามของเกษตรกรและผู้ค้าลำไย ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และพะเยา

กลุ่มที่ศึกษา	จังหวัด	จำนวนตัวอย่าง (คน)	ร้อยละ (%)
ผู้ค้าลำไย	เชียงใหม่	15	50.00
	ลำพูน	8	26.67
	พะเยา	7	23.33
	รวม	30	100
เกษตรกร	เชียงใหม่	80	53.33
	ลำพูน	50	33.33
	พะเยา	20	13.33
	รวม	150	100

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามสำหรับเกษตรกร แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ตอนคือ

ตอนที่ 1 สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษาและอาชีพหลัก

ตอนที่ 2 สภาพการผลิตลำไยของเกษตรกร เช่น ประสบการณ์ในการปลูกลำไย พันธุ์ลำไยที่ปลูก พื้นที่ปลูกลำไย ปริมาณผลผลิตและแรงงานในการทำสวนลำไย

ตอนที่ 3 วิธีการปฏิบัติด้านการเก็บเกี่ยวลำไยของเกษตรกร ได้แก่ วิธีการเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว ศัชนีการเก็บเกี่ยว การคัดเกรด เกณฑ์ในการคัดเกรด การบรรจุ ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุ ปริมาณการบรรจุ การคัดเกรด การลดความร้อน การตลาดและการแปรรูป

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก ในด้านศักยภาพของลำไย ปัญหาและอุปสรรคในการผลิตลำไย

ผลการสัมภาษณ์เกษตรกร จำนวน 150 ราย

ตอนที่ 1 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม จากตารางที่ 5.2 พบว่า

เพศ

เกษตรกรส่วนใหญ่ เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 78.34 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 21.66

อายุ

เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 38.85 รองลงมา มีอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.21 และเกษตรกรที่ปลูกลำไยมีอายุเฉลี่ย 47.74 ปี โดยมีอายุดำสุด 24 ปี และสูงสุด 82 ปี

ระดับการศึกษา

เกษตรกรส่วนใหญ่ สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 58.67

อาชีพ

เกษตรกรส่วนใหญ่มีอาชีพ เกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 78.67 รองลงมา คืออาชีพค้าขาย คิดเป็นร้อยละ 13.33

ตารางที่ 5.2 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรที่ปลูกลำไยในเขตจังหวัดในภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	120	80.00
	หญิง	30	20.00
อายุ	20-30 ปี	6	4.00
	31- 40 ปี	17	11.33
	41-50 ปี	61	40.67
	51-60 ปี	46	30.67
	มากกว่า 70 ปี	15	9.00
	Missing data	5	3.33
ค่าเฉลี่ย	49.37 ปี		
ระดับการศึกษา	ไม่รู้หนังสือ	3	2.00
	ประถมศึกษา	88	58.67
	มัธยมศึกษาตอนต้น	19	12.67
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	28	18.67
	ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	10	6.67
	Missing data	2	1.33
อาชีพหลัก	เกษตรกรรวม	118	78.67
	ค้าขาย	20	13.33
	รับราชการ	4	2.67
	รับจ้าง	5	3.33
	อื่นๆ	3	2.00

ตารางที่ 5.2 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรที่ปลูกกล้วยในเขตจังหวัดในภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	120	80.00
	หญิง	30	20.00
อายุ	20-30 ปี	6	4.00
	31- 40 ปี	17	11.33
	41-50 ปี	61	40.67
	51-60 ปี	46	30.67
	มากกว่า 70 ปี	15	9.00
	Missing data	5	3.33
ค่าเฉลี่ย	49.37 ปี		
ระดับการศึกษา	ไม่รู้หนังสือ	3	2.00
	ประถมศึกษา	88	58.67
	มัธยมศึกษาตอนต้น	19	12.67
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	28	18.67
	ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	10	6.67
	Missing data	2	1.33
อาชีพหลัก	เกษตรกรรวม	118	78.67
	ค้าขาย	20	13.33
	รับราชการ	4	2.67
	รับจ้าง	5	3.33
	อื่นๆ	3	2.00

ตอนที่ 2 สภาพการผลิตลำไย จากตารางที่ 5.3 พบว่า

พันธุ์ที่ปลูก

เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกลำไยพันธุ์อ้อยและสีชมพู คิดเป็นร้อยละ 87.50 และ 7.74 ตามลำดับ

ประสบการณ์ในการผลิตลำไย

เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการผลิตลำไยระหว่าง 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมามีประสบการณ์ระหว่าง 1-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 30.00

จำนวนแรงงานในการผลิตลำไย

เกษตรกรส่วนใหญ่มีแรงงาน 1-2 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 รองลงมา คือมีแรงงาน 3-4 คน คิดเป็นร้อยละ 19.33

จำนวนพื้นที่ที่ปลูกลำไย

เกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ในการปลูกลำไยไม่มาก โดยพบว่ามีพื้นที่ปลูก 1-5 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 44.00 รองลงมาคือ 6-10 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 37.33

จำนวนต้นลำไย

เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปลูกลำไยในปริมาณ 100-250 ต้น คิดเป็นร้อยละ 40.67 รองลงมา คือ 100-250 ต้น คิดเป็นร้อยละ 38.00

อายุต้นลำไย

ลำไยที่ปลูกส่วนมาก มีอายุ 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 46.67 รองลงมา คืออายุ 11-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.67

ปริมาณผลผลิตลำไยที่ผลิตได้

เกษตรกรมีการผลิตลำไย มากกว่า 30 ตัน คิดเป็นร้อยละ 29.37 รองลงมาคือ 1-10 ตัน คิดเป็นร้อยละ 27.33

การใช้สารโปดัสเซียมคลอไรด์เพื่อเพิ่มผลผลิต

เกษตรกรส่วนใหญ่ได้มีการใช้สาร โปดัสเซียมคลอไรด์ คิดเป็นร้อยละ 53.57

ปริมาณสารโปดัสเซียมคลอไรด์ที่ใช้

เกษตรกรส่วนใหญ่ได้ใช้สารโปดัสเซียมคลอไรด์ในปริมาณ 0.5-1.0 กิโลกรัมต่อต้น คิดเป็นร้อยละ 54.44 รองลงมาคือใช้ในอัตรา มากกว่า 2.0 กิโลกรัมต่อต้น คิดเป็นร้อยละ 20.00

ค่าใช้จ่ายในการซื้อสารโปดัสเซียมคลอไรด์

เกษตรกรที่ใช้สารโปดัสเซียมคลอไรด์ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในการซื้อสารโปดัสเซียมคลอไรด์ต่อต้นเป็นจำนวนเงิน 51-100 บาท และน้อยกว่า 50 บาท คิดเป็นร้อยละ 31.11 และ 18.89 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3 สภาพการผลิตลำไยของเกษตรกรในเขตจังหวัดในภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
พันธุ์ที่ปลูก	อีดอ	147	87.50
	เบ๊วเขียว	4	2.38
	สีชมพู	13	7.74
	อื่นๆ (อี่แก้ว กะโหลก)	4	2.39
ประสบการณ์ในการผลิตลำไย	1-5 ปี	23	15.33
	6-10 ปี	60	40.00
	11-15 ปี	29	19.33
	16-20 ปี	25	16.67
	มากกว่า 20 ปี	10	6.67
	Missing data	3	2.00
จำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิตลำไย	1-2 คน	100	66.67
	3-4 คน	29	19.33
	5-6 คน	8	5.33
	มากกว่า 8 คน	12	8.00
	Missing data	1	0.67
จำนวนพื้นที่ปลูกลำไย	1-5 ไร่	66	44.00
	6-10 ไร่	56	37.33
	11-15 ไร่	7	4.67
	16-20 ไร่	10	6.67
	มากกว่า 20 ไร่	9	6.00
	Missing data	2	1.33
จำนวนต้นลำไย	ต่ำกว่า 100 ต้น	57	38.00
	100-250 ต้น	61	40.67
	251-500 ต้น	21	14.00
	มากกว่า 500 ต้น	9	6.00
	Missing data	2	1.33
อายุของต้นลำไย	1-5 ปี	20	13.33
	6-10 ปี	70	46.67

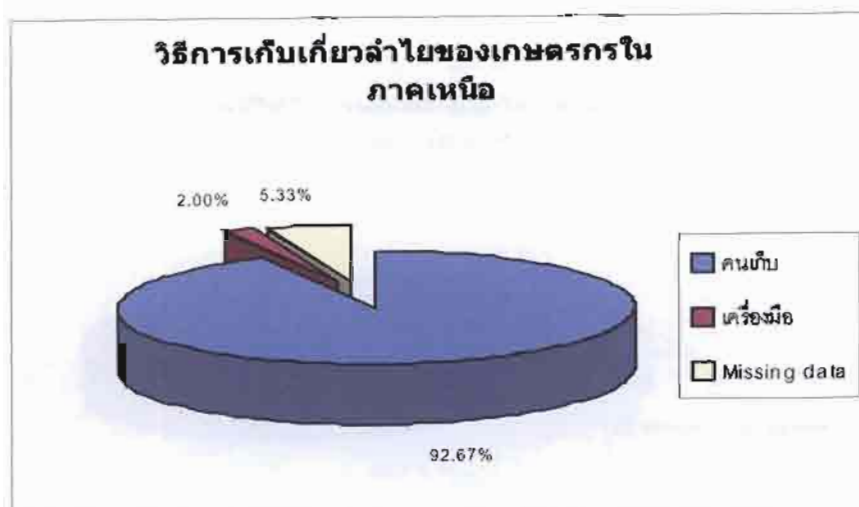
ตารางที่ 5.3 สภาพการผลิตลำไยของเกษตรกรในเขตจังหวัดในภาคเหนือ (ต่อ)

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
	11-15 ปี	28	18.67
	16-20 ปี	17	11.33
	มากกว่า 20 ปี	13	8.67
	Missing data	2	1.33
ปริมาณผลผลิตลำไยที่ผลิตได้	น้อยกว่า 1 ตัน	3	2.00
	1-10 ตัน	41	27.33
	11-20 ตัน	18	12.00
	21-30 ตัน	12	8.00
	มากกว่า 30 ตัน	44	29.37
	Missing data	32	21.33
การใช้สารโปตัสเซียมคลอเรต	มี	90	53.57
	ไม่มี	54	32.14
	Missing data	6	3.57
ปริมาณสารโปตัสเซียม	น้อยกว่า 5,00 กรัม	3	3.33
คลอเรตที่ใช้ต่อตัน	0.5-1.0 กิโลกรัม	49	54.44
	1.1-1.5 กิโลกรัม	9	10.00
	1.6-2.0 กิโลกรัม	11	12.22
	มากกว่า 2.0 กิโลกรัม	18	20.00
ค่าใช้จ่ายในการซื้อสารโปตัส	น้อยกว่า 50 บาท	17	18.89
เซียมคลอเรตต่อตัน	51-100 บาท	28	31.11
	101-150 บาท	8	8.89
	151-200 บาท	12	13.33
	201-250 บาท	16	17.77
	Missing data	9	10.00

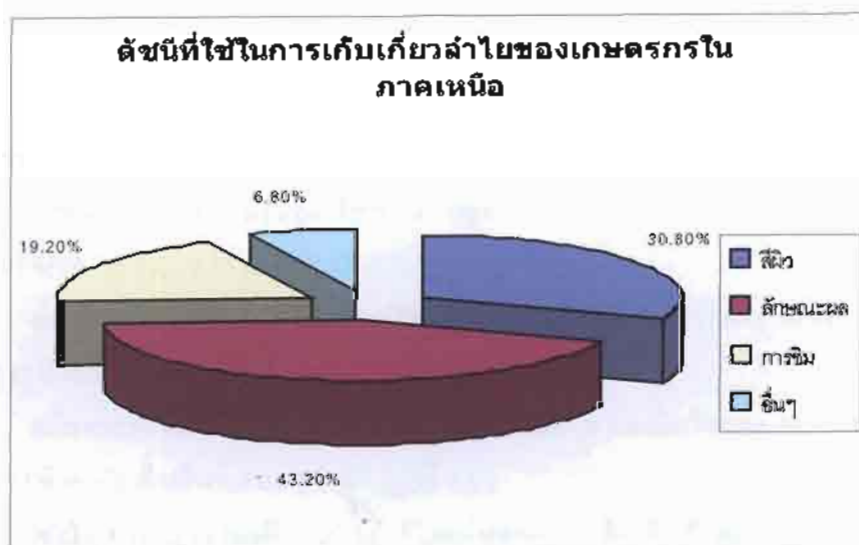
ตอนที่ 3 วิธีการปฏิบัติหลังการเกี่ยวลำไยของเกษตรกร

การเก็บเกี่ยว

เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการเก็บเกี่ยว โดยใช้พะองพาดต้นลำไยและให้คนปีนเก็บ คิดเป็นร้อยละ 92.67 (รูปที่ 5.1) ดัชนีที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว ดูจากลักษณะผล ดูสีผิวและจากการชิม คิดเป็นร้อยละ 43.20, 30.80 และ 19.20 ตามลำดับ (รูปที่ 5.2) ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการเก็บเกี่ยวลำไยตลอดวัน คือทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่าย คิดเป็นร้อยละ 82.67 เนื่องจากเกษตรกรชาวสวนลำไยจะทำการจ้างแรงงานแบบเหมาจ่ายรายวัน ดังนั้นต้องทำการเก็บเกี่ยวทั้งวัน หลังจากทำการเก็บเกี่ยวแล้ว จะใช้กรรไกรตัดแต่งช่อลำไย ตัดแต่งเอาผลที่เป็นโรคทิ้ง ถัดเกรด และนำช่อผลมาบรรจุในภาชนะที่เตรียมไว้ โดยมีฟองน้ำหรือใบลำไยรองกันภาชนะบรรจุ



รูปที่ 5.1 วิธีการเก็บเกี่ยวลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ



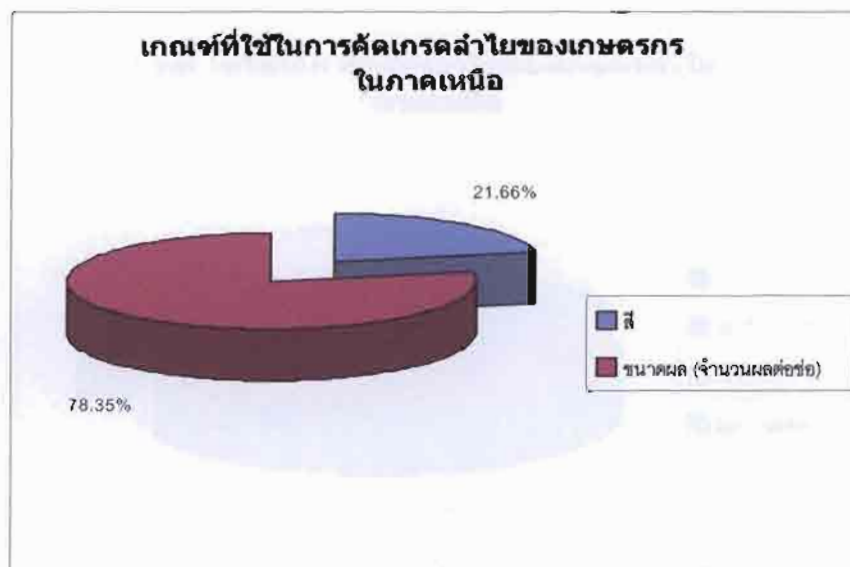
รูปที่ 5.2 ดัชนีที่ใช้การเก็บเกี่ยวลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ

การคัดเกรดสำหรับลำไยผลสด

เกษตรกรได้มีการคัดเกรดลำไย อาศัยเกณฑ์ในการคัดเกรด โดยดูขนาดผล หรือจำนวนผลต่อช่อคิดเป็นร้อยละ 78.35 รองลงมาคือดูสีผิวของลำไย คิดเป็นร้อยละ 21.66 (รูปที่ 5.3)

การคัดเกรดลำไย แบ่งเป็น 4 เกรด ดังนี้

1. เกรดใหญ่พิเศษ AA หรือเกรดจัมโบ้ มีจำนวนผลน้อยกว่า 70 ผลต่อกิโลกรัม
2. เกรด A มีจำนวนผล 71-80 ผลต่อกิโลกรัม
3. เกรด B มีจำนวนผล 81-90 ผลต่อกิโลกรัม
4. เกรด C มีจำนวนผลมากกว่า 91 ผลต่อกิโลกรัมขึ้นไป



รูปที่ 5.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเกรดลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ

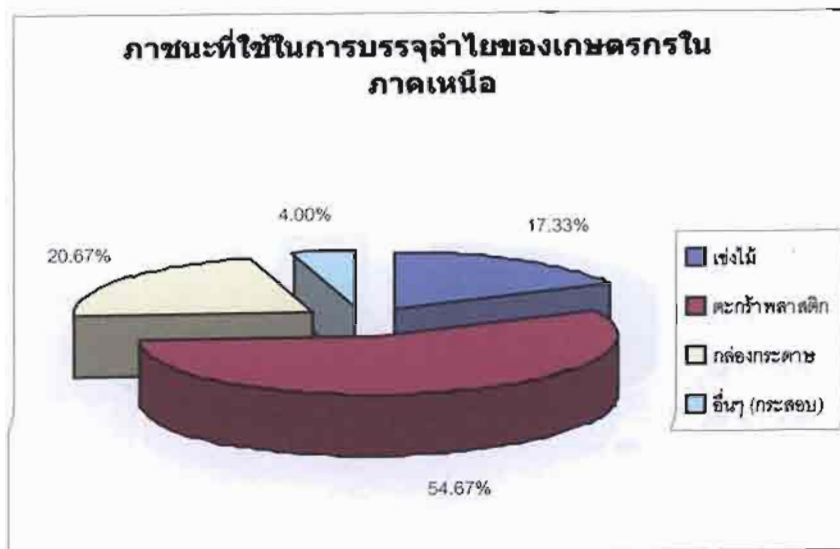
การบรรจุหีบห่อ

ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไย ส่วนใหญ่จะใช้ ตะกร้าพลาสติก ถังกระดาษและเชิง คิดเป็นร้อยละ 54.67, 20.67 และ 17.33 ตามลำดับ (รูปที่ 5.4)

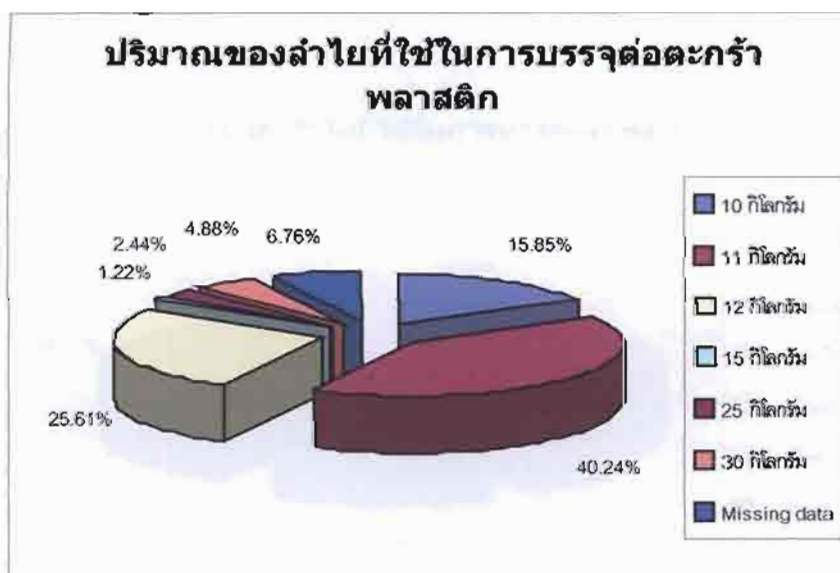
ตะกร้าพลาสติก ทำการบรรจุในปริมาณ 11 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 40.24 รองลงมาคือ บรรจุ 12 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 25.61 (รูปที่ 5.5)

ถังกระดาษ ทำการบรรจุในปริมาณ 10 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 48.39 รองลงมาคือ บรรจุ 15 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 35.48 (รูปที่ 5.6)

เชิงไม้ ทำการบรรจุในปริมาณ 30 กิโลกรัมต่อเชิง คิดเป็นร้อยละ 42.31 และบรรจุในปริมาณ 20 กิโลกรัมต่อเชิง คิดเป็นร้อยละ 23.08 (รูปที่ 5.7)



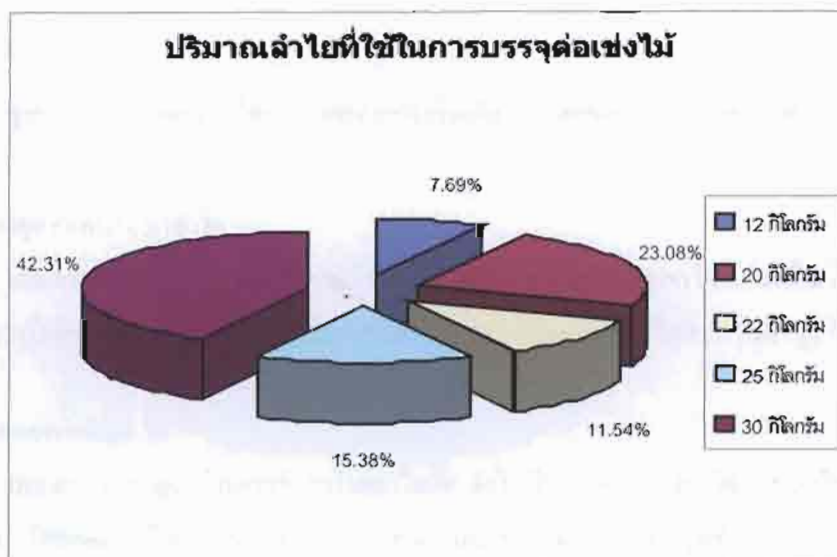
รูปที่ 5.4 ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ



รูปที่ 5.5 ปริมาณของลำไยที่ใช้ในการบรรจุในตะกร้าพลาสติก
ของเกษตรกรในภาคเหนือ



รูปที่ 5.6 ปริมาณของลำไยที่ใช้ในการบรรจุในกล่องกระดาษของเกษตรกรในภาคเหนือ



รูปที่ 5.7 ปริมาณของลำไยที่ใช้ในการบรรจุในแข่งไม้ของเกษตรกรในภาคเหนือ

การลดความร้อน

เกษตรกรที่ปลูกลำไยหลังจากเก็บเกี่ยวลำไยแล้ว และก่อนการนำไปจำหน่ายให้กับผู้ค้า พบว่าไม่มีการลดความร้อนลำไย คิดเป็นร้อยละ 85.83 และพบว่ามีเพียง 1 รายเท่านั้นที่ได้ทำการลดความร้อน (รูปที่ 5.8) โดยวิธีที่ใช้ในการลดความร้อนคือการพรมน้ำอย่างสม่ำเสมอ



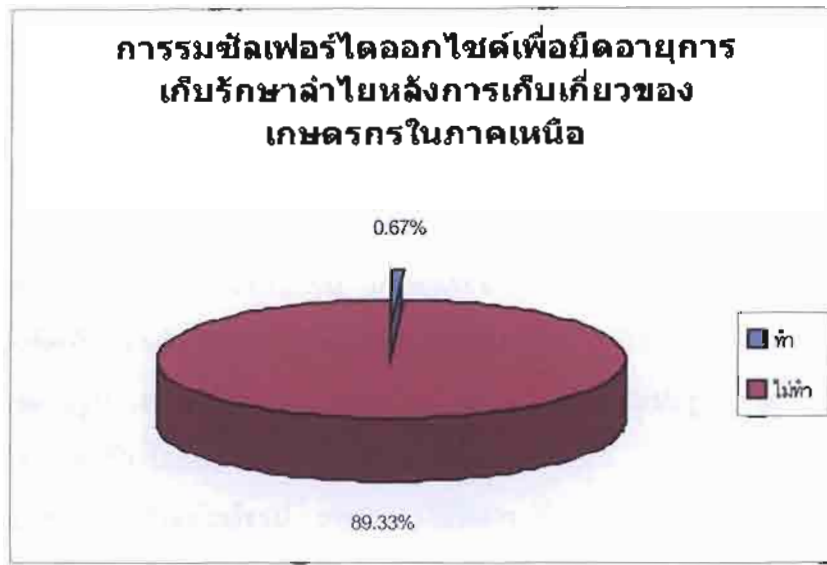
รูปที่ 5.8 วิธีลดความร้อนลำไยหลังการเก็บเกี่ยว ของเกษตรกรในภาคเหนือ

การยืดอายุการเก็บรักษาลำไย

เกษตรกรที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่ ไม่ได้ทำการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คิดเป็นร้อยละ 93.33 และพบว่ามีเพียงรายเดียวเท่านั้นที่ได้มีการทำการรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (รูปที่ 5.9)

ปัญหาในการจำหน่ายลำไย

เกษตรกรมีปัญหาในการจำหน่ายลำไยคือ ลำไยมีราคาต่ำ ลำไยเกิดโรค ลำไยสีคล้ำ และลำไยร่วง โดยคิดเป็นร้อยละ 64.48 15.85 9.84 และ 8.20 ตามลำดับ (รูปที่ 5.10)



รูปที่ 5.9 การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อปิดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ



รูปที่ 5.10 ปัญหาในการจำหน่ายลำไยของเกษตรกรในภาคเหนือ

การตลาดลำไย และการแปรรูปลำไย จากตารางที่ 5.4 พบว่า

วิธีการจำหน่ายผลผลิตลำไย เกษตรกรทำการจำหน่ายผลผลิตลำไย โดยการเก็บจำหน่ายเอง ทั้งสวน คิดเป็นร้อยละ 56.63 รองลงมาคือจำหน่ายแบบเหมาทั้งสวน คิดเป็นร้อยละ 34.34

แหล่งรับซื้อลำไย เกษตรกรทำการขายลำไยให้กับผู้ค้าคนกลาง คิดเป็นร้อยละ 80.75 รองลงมาคือทำการขายให้กับโรงงาน คิดเป็นร้อยละ 12.42

ราคาของลำไยที่ขายต่อกิโลกรัม เกษตรกรทำการขายลำไย โดยขายในราคา 10-15 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 39.33 รองลงมา คือราคา 16-20 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.33

การแปรรูป เกษตรกรที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่ ไม่ได้ทำการแปรรูปลำไย 49.33 และมีการนำลำไยไปแปรรูปคิดเป็นร้อยละ 48.00

ชนิดของผลิตภัณฑ์แปรรูป เกษตรกรได้มีการแปรรูปลำไย โดยนำไปทำเป็นลำไยอบแห้ง คิดเป็นร้อยละ 93.06 รองลงมาคือทำเป็นไวน์ลำไย คิดเป็นร้อยละ 4.17

ตารางที่ 5.4 การตลาดและการแปรรูปลำไยของเกษตรกรที่ปลูกลำไยในเขตภาคเหนือ

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
วิธีการจำหน่ายผลผลิตลำไย	เก็บจำหน่ายเองทั้งสวน	94
	จำหน่ายเหมาทั้งสวน	57
	เก็บจำหน่ายและเหมา	15
แหล่งที่รับซื้อลำไย	ผู้บริโภคโดยตรง	11
	ผู้ค้าคนกลาง	130
	โรงงาน	20
ราคาของผลผลิตต่อกิโลกรัม	ต่ำกว่า 10 บาท	3
	10-15 บาท	59
	16-20 บาท	35
	21-25 บาท	16
	26-30 บาท	5
	31-35 บาท	2
	Missing data	30

ตารางที่ 5.4 การตลาดและการแปรรูปลำไยของเกษตรกรที่ปลูกลำไยในเขตภาคเหนือ (ต่อ)

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
ปัญหาในการจำหน่ายลำไย	ราคาต่ำ	118	64.48
	ลำไยร่วง	29	15.85
	ลำไยเกิดโรค	18	9.84
	ลำไยมีสีคล้ำ	15	8.20
	อื่น (ผู้ค้าคนกลาง)	3	1.64
การแปรรูปลำไย	มี	72	48.00
	ไม่มี	74	49.33
	Missing data	4	2.67
ลักษณะของผลิตภัณฑ์แปรรูป	ลำไยอบแห้ง	67	93.06
	ลำไยแช่อิ่ม	1	1.39
	ลำไยลอยแก้ว	0	0.00
	ไวน์ลำไย	3	4.17
	อื่นๆ	1	1.39

5.1.1.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย

ซึ่งประกอบด้วย สภาพเศรษฐกิจและสังคม การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการตลาดของลำไย การวิเคราะห์ศักยภาพ จุดแข็งจุดอ่อน ปัญหาและอุปสรรคของการผลิตลำไยจากแหล่งผลิตที่สำคัญในภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดที่ใกล้เคียงของผู้ค้าในท้องถิ่นและผู้ค้าประเภทบริษัทผู้ส่งออกต่างประเทศ

1) ผลการศึกษาข้อมูลผู้ค้าลำไยในท้องถิ่น

ผลการศึกษาข้อมูลผู้ค้าลำไยในท้องถิ่นจาก 3 จังหวัดคือ เชียงใหม่ ลำพูน และพะเยา จำนวน 30 ตัวอย่างได้ผลดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามสำหรับผู้ค้าในท้องถิ่น โดยแบ่งการสัมภาษณ์ออกเป็น 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ค้าลำไย

ซึ่งประกอบด้วย เพศ อายุ ประสบการณ์ รายได้ในการขาย พันธุ์ที่จำหน่าย และรายได้ต่อวันในการขายลำไย ดังแสดงในตารางที่ 5.5 พบว่า

เพศ

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 63.33 และ เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 36.67

อายุ

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 43.33 รองลงมา มีอายุระหว่าง 30-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 23.33 และผู้ค้าลำไยมีอายุเฉลี่ย 47.74 ปี

ประสบการณ์ในการขายลำไย

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการขายลำไยระหว่าง 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมา มีประสบการณ์ระหว่าง 1-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 30.00 และผู้ค้าลำไยมีประสบการณ์ในการค้าขายลำไยเฉลี่ย 7.37 ปี

รายได้ในการขายลำไย

ผู้ค้าส่วนใหญ่มีรายได้ในการขายลำไยน้อยกว่า 500 บาทต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 43.33 รองลงมา มีรายได้ต่อวัน 2,001-5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.00 และผู้ค้าลำไยมีรายได้เฉลี่ย 2,388.52 บาทต่อวัน

พันธุ์ลำไยที่จำหน่าย

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่จำหน่ายลำไยพันธุ์อีดอ คิดเป็นร้อยละ 37.78 และพันธุ์กะโหลก และ เปี้ยวเขียว คิดเป็นร้อยละ 31.11

ตารางที่ 5.5 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ค้าลำไยในเขตจังหวัดในภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	11	36.67
	หญิง	19	63.33
อายุ	30-40 ปี	7	23.33
	41-50 ปี	13	43.33
	51-60 ปี	4	13.33
	มากกว่า 60 ปี	3	10.00
	Missing data	3	10.00
	ค่าเฉลี่ย	47.74 ปี	
ประสบการณ์ในการขายลำไย	1-5 ปี	9	30.00
	6-10 ปี	18	60.00
	11-15 ปี	3	10.00
	มากกว่า 15 ปี	0	0.00
	ค่าเฉลี่ย	7.37 ปี	
รายได้จากการขายลำไยต่อวัน	มากกว่า 5,000 บาท	3	10.00
	2,001-5,000 บาท	6	20.00
	1,001-2,000 บาท	3	10.00
	501-1,000 บาท	2	6.67
	น้อยกว่า 500 บาท	13	43.33
	Missing data	3	10.00
	ค่าเฉลี่ย	2,388.52 บาท	
พันธุ์ที่ขาย	อีคอ	17	37.78
	กะโหลก	14	31.11
	เบี้ยวเขียว	14	31.11
	สีชมพู	0	0.00
	อื่นๆ	0	0.00

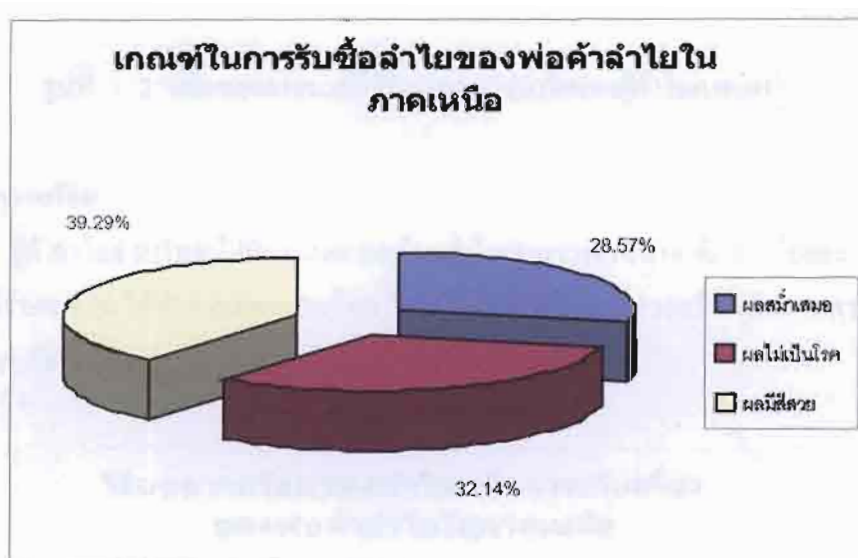
ตอนที่ 2 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการตลาดของผู้ค้าลำไย

ซึ่งประกอบด้วย ระบบการคัดเกรดและเกณฑ์ในการรับซื้อ การบรรจุและภาชนะบรรจุ การลดความร้อน และการขายลำไย ได้ผลดังต่อไปนี้

ระบบการคัดเกรด และเกณฑ์ในการรับซื้อลำไยจากเกษตรกร

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่มีการคัดเกรดในการจำหน่ายลำไย คิดเป็นร้อยละ 90 โดยมีการคัดเกรดเป็น 4 เกรด คือ AA, A, B และ C

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่มีเกณฑ์ในการรับซื้อลำไยคือ ดูจากความสวยของผิว ความไม่เป็นโรคของผล และความสม่ำเสมอของผลลำไยในช่อผล คิดเป็นร้อยละ 32.29, 32.14 และ 28.57 ตามลำดับ (รูปที่ 5.11)

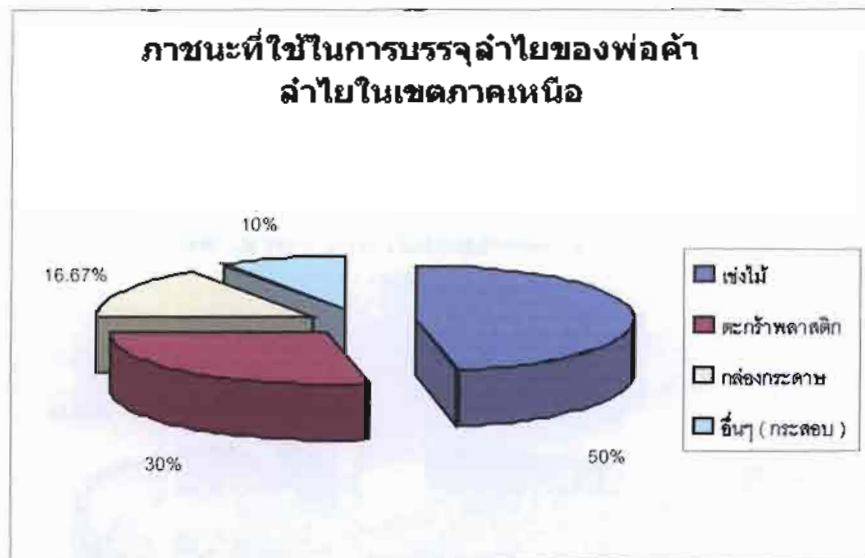


รูปที่ 5.11 เกณฑ์ในการรับซื้อลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

การบรรจุและภาชนะบรรจุ

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่ทำการบรรจุลำไยในเชิงไม้ คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือบรรจุในตะกร้าพลาสติก คิดเป็นร้อยละ 30 และบรรจุในกล่องกระดาษ คิดเป็นร้อยละ 16.67 และพบว่ามีการบรรจุลำไยในกระสอบ คิดเป็นร้อยละ 10 (รูปที่ 5.12)

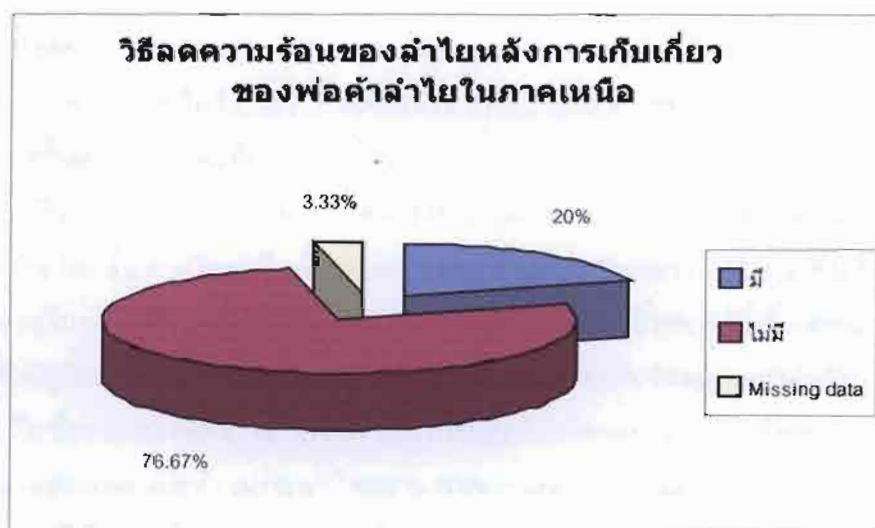
ผู้ค้าลำไยทำการบรรจุลำไยในเชิงไม้ โดยบรรจุ 20 กิโลกรัมต่อเชิง คิดเป็นร้อยละ 40 และที่เหลือทำการบรรจุในปริมาณ 10 25 และ 30 กิโลกรัมต่อเชิง และบรรจุในกล่องพลาสติกในปริมาณ 10 กิโลกรัมต่อกล่อง และรองลงมาคือบรรจุ 27 กิโลกรัมต่อกล่องกระดาษ



รูปที่ 5.12 ชนิดของภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไยของผู้ค้าในภาคเหนือ

การลดความร้อน

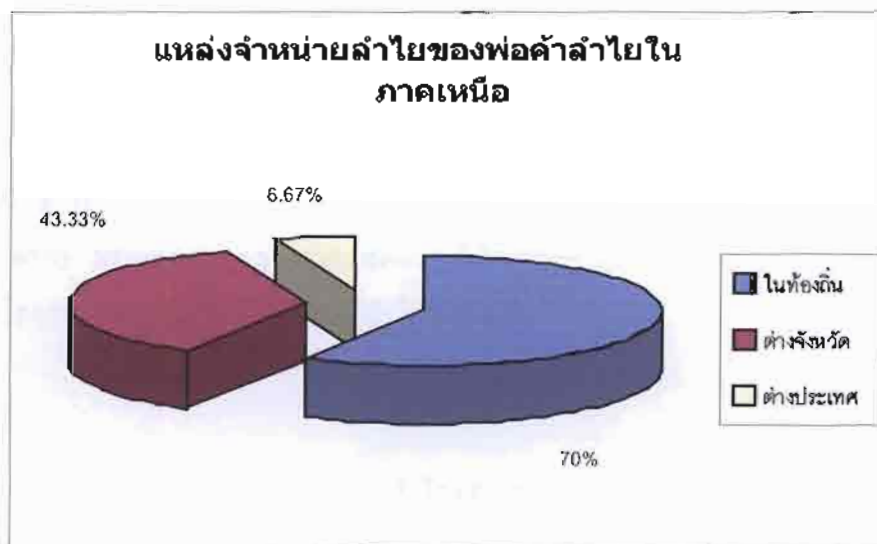
ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่ไม่มีการลดความร้อนลำไยก่อนวางจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 76.67 และพบว่า มีร้อยละ 20 ได้ทำการลดความร้อน โดยวิธีที่ใช้ในการลดความร้อนคือการพรมน้ำอย่างสม่ำเสมอ คิดเป็นร้อยละ 50 ของกลุ่มตัวอย่าง (รูปที่ 5.13)



รูปที่ 5.13 วิธีลดความร้อนลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

การขายลำไย

ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่ ทำการขายลำไยในท้องถิ่นคิดเป็นร้อยละ 70.00 และทำการขายต่างจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 43.33 และพบว่ามีการขายไปยังต่างประเทศคิดเป็นร้อยละ 6.67 (รูปที่ 5.14)



รูปที่ 5.14 แหล่งจำหน่ายลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ศักยภาพ จุดแข็ง จุดอ่อน ปัญหาและอุปสรรคของการผลิตลำไย

จากการรวบรวมจากแบบสอบถามของเกษตรกรและผู้ค้าลำไยในด้านศักยภาพ จุดอ่อน จุดแข็ง ของการผลิตลำไย ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูนและพะเยา พบว่า

ศักยภาพพื้นที่ในการปลูกลำไย

พื้นที่ที่ทำการศึกษาคือจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูนและพะเยา เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการผลิตลำไย โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม เช่น พื้นที่ราบลุ่มเชียงใหม่ลำพูน ซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่ม อยู่บนแอ่งน้ำที่สำคัญ เช่น แม่น้ำปิง แม่น้ำกว๊นา แม่น้ำทา แม่น้ำลี้ และแม่น้ำอิง นอกจากนี้ยังมีภูมิอากาศโดยมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมในช่วงฤดูหนาวต่อการแทงช่อดอกของลำไย ซึ่งสามารถผลิตลำไยได้ในปริมาณมากและมีศักยภาพสูงสามารถส่งออกไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ และหากประเทศไทยสามารถขยายตลาดลำไยได้ จะสามารถทำรายได้ให้กับประเทศชาติเพิ่มมากขึ้น โดยที่เกษตรกรในเขตภาคเหนือสามารถทำการขยายพื้นที่ในการผลิตได้มากขึ้น เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสม หากเกษตรกรมีการปฏิบัติ โดยมีการวางแผนการผลิตที่ดี จะสามารถผลิตลำไยที่มีคุณภาพดี ผลลำไยมีขนาดใหญ่ ผิวสีสวยและรสชาติหวาน นอกจากนี้ได้มีเกษตรกรชาวสวนลำไยมีความสนใจอย่างมากต่อการทำให้มีผลผลิตลำไยออก

ผู้ตลาดได้ทุกปีในเวลาที่ต้องการหรือทำให้ออกดอกนอกฤดู โดยได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มผลผลิตลำไย เช่นการใช้สารโปตัสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) เพื่อที่จะทำให้มีผลผลิตลำไยวางจำหน่ายได้ตลอดปี ส่งผลทำให้ชาวสวนลำไยมีรายได้เพิ่มขึ้น

จุดแข็ง

ลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกร และสามารถส่งจำหน่ายในตลาดต่างประเทศได้ ลำไยที่ผลิตได้ในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนบนซึ่งมีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสม ทำให้ผลลำไยที่ได้มีคุณภาพดี ผลโต รสชาติหวาน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกร หากเกษตรกรสามารถผลิตลำไยที่มีคุณภาพได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาดน่าจะมีโอกาสขยายตลาดในการส่งออกลำไยได้มากขึ้น

จุดอ่อน

การผลิตลำไยในช่วงฤดูกลาง มีลำไยออกสู่ตลาดในปริมาณมากและสามารถส่งออกไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศได้ แต่เนื่องจากเกษตรกรไม่มีการวางแผนในด้านปริมาณการผลิตและการตลาด ส่งผลทำให้

1. ลำไยมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการของตลาด ทำให้เกษตรกรหรือพ่อค้าจำหน่ายได้ในปริมาณจำกัด จำหน่ายลำไยในราคาที่ต่ำ มีลำไยบางส่วนเหลือจากการวางจำหน่าย ทำให้เกิดการเน่าเสีย ดังนั้นควรมีการวางแผนร่วมกันระหว่างภาครัฐบาล เอกชนและเกษตรกร เพื่อให้ลำไยมีปริมาณและคุณภาพตามความต้องการของตลาด

2. ลำไยมีราคาไม่แน่นอน เนื่องจากราคาลำไยถูกกำหนดโดยผู้ค้าคนกลาง รัฐบาลควรเข้ามาช่วยประกันราคา และรัฐบาลควรให้ความสนใจและเข้ามามีบทบาทในด้านการตลาด เนื่องจากลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในภาคเหนือ

3. คุณภาพลำไย โดยเฉพาะลำไยนอกฤดูส่วนมากจะมีคุณภาพต่ำเนื่องจากการใช้สารโปตัสเซียมคลอเรต ช่วยในการทำให้ลำไยออกดอกในปริมาณมาก ลำไยติดผลมากขึ้นเป็นผลให้ลำไยที่ได้มีขนาดเล็กและมีคุณภาพต่ำ

ปัญหาการผลิตลำไย

1. ลำไยมีการผลิตมากขึ้น ทำให้ปริมาณลำไยในฤดูมากเกินความต้องการของตลาด ส่งผลให้ราคาคต่ำ และการผลิตลำไยนอกฤดูที่ใช้สารโปตัสเซียมคลอไรด์ เพื่อช่วยในการเพิ่มผลผลิต เพิ่มการออกดอก เพิ่มการติดผล แต่พบว่าคุณภาพของผลลำไยที่ได้มีคุณภาพต่ำ ไม่ตรงตามความต้องการของตลาด

2. การปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกรไม่ดี ทำให้ผลลำไยที่ได้มีคุณภาพผลไม่สม่ำเสมอ เช่น ผลมีขนาดเล็ก ผลในช่อไม่สม่ำเสมอ รสชาติไม่หวาน ผิวผลไม่สวย ผลลำไยมีเชื้อรา ผลด่าง ผลถูกแมลงเจาะ และผลร่วง

3. ต้นทุนการผลิตสูง เช่น ปุ๋ย ยา แรงงาน การผลิตลำไยนอกฤดูต้องใช้ต้นทุนสูง และนอกจาก

นี้เกษตรกรที่ปลูกลำไยมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม พายุลูกเห็บ โรคและแมลง

4. การเก็บเกี่ยว ปัญหาหลักเกี่ยวกับการขาดแคลนแรงงานในช่วงการเก็บเกี่ยว เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ในการปลูกลำไยมากขึ้น และลำไยมีช่วงเก็บเกี่ยวที่สั้น แรงงานในฤดูกาลหายากขึ้นเนื่องจากลำไยให้ผลผลิตพร้อมกัน มีการแย่งแย่งแรงงานกัน โดยเฉพาะแรงงานในท้องถิ่น ส่งผลให้ค่าจ้างแรงงานสูงมาก เช่นค่าคนป็นไปเก็บเกี่ยว 150 บาทต่อวัน และค่าบรรจุในกล่อง 100 บาทต่อวัน หรือค่าแรงงานชาย 150-250 บาท และหญิง 100-120 บาทต่อวัน นอกจากนี้การเก็บเกี่ยวลำไยต้องมีความประณีต ซึ่งคนที่เก็บเกี่ยวต้องมีความชำนาญในการปีนต้นลำไยและสามารถเก็บเกี่ยวด้วยความระมัดระวัง หากไม่มีความระมัดระวังจะทำให้ลำไยร่วง และลำไยมีผลแตกมากขึ้น

5. ปัญหาคุณภาพลำไย การที่ลำไยมีช่วงการเก็บเกี่ยวที่สั้น หากเก็บเกี่ยวช้า จะทำให้รสชาติลำไยจะจืดลง ไม่มีรสหวาน เพราะว่าลำไยแก่จัด ลำไยจะเกิดการขึ้นหัว (การที่ลำไยแก่จัด ทำให้มีการสะสมอาหารไปยังเมล็ด เมล็ดจะโตขึ้น) นอกจากนี้ในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยว ลำไยจะสุกในช่วงฤดูฝน ซึ่งการเก็บเกี่ยวในช่วงที่มีฝนตก จะทำให้ลำไยเน่าเสียเร็ว มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง

6. ปัญหาการขนส่ง เนื่องจากลำไยมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น ซึ่งจะต้องจำหน่ายภายใน 1-2 วัน ซึ่งหากจำหน่ายช้าจะทำให้ผลมีสีคล้ำ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด โดยปกติ เกษตรกรหรือผู้ค้าลำไยนำลำไยไปจำหน่ายในจังหวัดหรือในพื้นที่ใกล้เคียงจะเกิดปัญหาน้อย การขนส่งไปต่างจังหวัดที่ไกลออกไปผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่จะทำการขนส่งโดยใช้รถยนต์ ทำให้ลำไยมีการเน่าเสียเร็วและมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง

7. การตลาด ราคาลำไยมีราคาไม่แน่นอน บางครั้งราคาที่เกษตรกรขายจะได้ราคาต่ำกว่าต้นทุนมาก เนื่องจากการผลิตลำไยมากจนล้นตลาด ทำให้เกษตรกรถูกผู้ค้าคนกลางกดราคา ต้องขายลำไยให้กับผู้ค้าคนกลางในราคาที่ต่ำลง

8. เกษตรกรขาดเทคโนโลยีใหม่ๆ ในการผลิตลำไย เช่น ขาดข้อมูลข่าวสารทางตลาด ขาดความรู้หรือเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการแปรรูป

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก

1. การผลิตลำไยเพื่อการส่งออก จะต้องทำการผลิตลำไยที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ และต้องมีปริมาณมากเพียงพอที่จะส่งออกได้ซึ่งผู้ที่ทำการผลิตจะต้องมีความรับผิดชอบสูง เช่นไม่เก็บลำไยอ่อนหรือแก่จนเกินไป และไม่ทำให้มีสารเคมีตกค้างในผลลำไยมากเกินไปตามมาตรฐาน

2. การวางแผนการผลิต ควรมีการแบ่งเขตการปลูกลำไย เพื่อจะได้ควบคุมปริมาณการผลิต และคุณภาพลำไย โดยให้มีเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลเข้ามาช่วยแนะนำ ส่งเสริม ให้ความรู้แก่เกษตรกรอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้สามารถผลิตลำไยคุณภาพดีส่งจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศมากขึ้น

3. การรวมกลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก และประโยชน์ของการรวมกลุ่มคือ สามารถต่อรองราคากับพ่อค้าคนกลาง ทำให้ขายลำไยได้ราคาดีช่วยแก้ปัญหาจากการถูกเอาเปรียบในเรื่องราคาจากผู้ค้าคนกลาง

4. การตลาด รัฐบาลควรขยายตลาดไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น และมีการขยายตลาดไปหลายๆประเทศ อาจจะมีการแนะนำประชาสัมพันธ์ผลไม้ไทย มีการแนะนำผลไม้ไทย เพื่อส่งเสริมการส่งออกและอยากให้รัฐบาลทำการประกันราคาหรือพยุงราคาลำไย

5. รัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญแก่เกษตรกร ในด้านความรู้ ข่าวสาร เกี่ยวกับผลิตผลทางการเกษตรในด้านต่างๆมากยิ่งขึ้น เช่นการให้ข้อมูลข่าวสารทางการตลาด การใช้เทคโนโลยีการผลิต การใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และเทคโนโลยีในด้านการ แปรรูป

อภิปรายผล

เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกพันธุ์อีดอมากที่สุด เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ และเกษตรกรส่วนใหญ่ทำการจำหน่ายลำไย โดยการเก็บจำหน่ายเอง (56.63%) รองลงมาคือจำหน่ายเหมาทั้งสวน (34.34%) ชาวสวนลำไยส่วนใหญ่ ทำการจำหน่ายลำไยให้กับผู้ค้าคนกลาง (56%) รองลงมาคือทำการจำหน่ายให้กับโรงงาน (12.42%) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จันทรสุตา (2546) พบว่า ชาวสวนลำไยนิยมเก็บผลผลิตลำไยสดจากสวนมาจำหน่ายเองมากกว่าการขายเหมาสวนให้กับพ่อค้าท้องถิ่น เนื่องจากต้นทุนในการซื้อเหมาสวนของพ่อค้าท้องถิ่นเพิ่มขึ้น ขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือในการเก็บเกี่ยว และค่าแรงงานจ้างในการเก็บเกี่ยวสูงมากขึ้น

การผลิต พบว่าเกษตรกรมีปัญหาในด้านการผลิต เช่น ปัญหาด้านแรงงานในด้านการเก็บเกี่ยว คือค่าจ้างแรงงานมีราคาแพง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจันทรสุตา (2546) ที่พบว่าแรงงานที่ใช้ในการผลิตลำไยนอกฤดูจะมีการจ้างแรงงานใช้ในการเก็บเกี่ยวมากที่สุด โดยเฉพาะแรง

งานในการคัดเกรด รองลงมาคือแรงงานในการขึ้นลำไยและขนย้าย แหล่งจำหน่ายผลิต และนอกจากนี้ยังมีปัญหาในด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิต เช่นเดียวกับการศึกษาของจันทร์สุดา (2546) เกี่ยวกับประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจในการผลิตลำไยนอกฤดูของชาวสวนลำไยในจังหวัดลำพูน พบว่า ชาวสวนลำไยประสบปัญหาในการใช้ปัจจัยผลิต เช่น สาร KClO₃ ไม่มีมาตรฐานยังไม่ได้รับการควบคุม ราคาแพง แหล่งที่มาและแหล่งขายไม่มีการระบุปริมาณสารที่แน่นอน ขาดความรู้ในการเก็บรักษาและอันตราย มีการปลอมปนไม่ได้สารที่บริสุทธิ์ การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตลำไย พบว่าปุ๋ยเคมีและสารเคมีที่ใช้มีราคาแพง ขาดความรู้ในการใช้ปุ๋ยและสารเคมีอย่างถูกต้องและเหมาะสม การเลือกใช้ปุ๋ยไม่ตรงกับลักษณะของดิน และจากศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้นำสารโปดัสเซียมคลอไรด์มาใช้ในสวนลำไยจังหวัดเชียงใหม่ของสุทิน (2546) พบว่า ลำไยมีจำนวนผลิตผลต่อไร่เพิ่มขึ้นหลังจากการนำสารโปดัสเซียมคลอไรด์มาใช้ ราคาในการผลิตลำไยมีราคาเท่าเดิม และจำนวนรายได้จากการผลิตลำไยที่หักค่าใช้จ่ายแล้วมีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เกษตรกรชาวสวนลำไยได้มีการนำเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมาใช้ เช่น การตัดแต่ง การบรรจุในภาชนะที่มีฟองน้ำรองกัน ซึ่งสอดคล้องกับการแนะนำในด้านการปฏิบัติทางการเกษตรที่ถูกต้องของลำไย (GAP) เช่น วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย ได้แก่ การตัดผลลำไยที่มีขนาดเล็กไม่ได้มาตรฐานในแต่ละช่อออก ตัดก้านช่อผลให้เหลือยาวไม่เกิน 15 ซม. รวบรวมช่อผลลงบรรจุในตะกร้าพลาสติกที่มีฟองน้ำรองกันภาชนะบรรจุพร้อมคัดขนาดไปในคราวเดียวกัน แล้วทำการบรรจุลำไยตะกร้าละ 10 กิโลกรัม ทำการปิดทับด้วยฟองน้ำก่อนปิดด้วยผ้าตะกร้า ผูกเชือกให้แน่น ในการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการลดอุณหภูมิของผลิตผล แต่มีเกษตรกรเพียง 1 ราย (0.67%) เท่านั้นที่มีการลดอุณหภูมิในผลลำไย คือพรมน้ำทำให้ลำไยเปียก

ลำไยหลังจากใช้สารโปดัสเซียมคลอไรด์พบว่ามีความเหมาะสม ทั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของสุทิน (2546) ซึ่งพบว่าการใช้สารโปดัสเซียมคลอไรด์ ทำให้ผลลำไยมีปริมาณน้ำอยู่ในผลมาก เป็นสาเหตุให้ขายผลผลิตลำไยได้ในราคาต่ำ นอกจากนี้การใช้สารโปดัสเซียมคลอไรด์ในสวนลำไยทำให้มีจำนวนแมลงเพิ่มมากขึ้น เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อขายแมลงเพิ่มขึ้น ต้นทุนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสารโปดัสเซียมคลอไรด์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ บางครั้งเมื่อนำมาใช้แล้วลำไยไม่ออกดอก และเกษตรกรขาดความรู้ในการนำสารโปดัสเซียมคลอไรด์มาใช้ในสวนลำไย

ปัญหาการจำหน่ายลำไยของเกษตรกรให้กับผู้ค้าและผู้ค้าจำหน่ายให้กับผู้บริโภคราคาคำนึงอาจอธิบายได้ว่าปริมาณผลผลิตลำไยล้นตลาด เนื่องจากเกษตรกรได้นำสารโปดัสเซียมคลอไรด์มาใช้ในสวนลำไยเกือบทุกสวน ทำให้ได้ผลผลิตลำไยเพิ่มมากขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน เมื่อผลผลิตมากเกินความต้องการ ราคาผลผลิตย่อมลดลงและถูกกดราคาจากผู้ค้า ซึ่งข้อมูลที่ได้พบว่าการที่ต้องซื้อในราคาต่ำกว่าปกติมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น ฝัสด่าง ฝัไม่สวย เพี้ยนแปงเกาะติดที่ขั้วผล ทำให้ผู้บริโภครังเกียจ ในกรณีที่มีการซื้อเหมาที่สวนผู้ค้าจะกดราคา เนื่องจากลำไยมีผลแตก และผลขนาดใหญ่ (จัมโบ้) มีน้อย

สำหรับปัญหาของผู้ค้าลำไย พบว่าผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่มีปัญหาในการวางจำหน่าย ลำไยส่วนใหญ่มีอายุการวางจำหน่าย 1-2 วัน และนอกจากนี้ลำไยเกิดโรค ผิวมีสีคล้ำ ทั้งนี้เนื่องจากอาจเกิดจากการที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งวัน และบางครั้งมีการเก็บเกี่ยวในช่วงที่มีฝนตก ทำให้ลำไยเกิดการเน่าเสียได้ง่าย และนอกจากนี้เกษตรกรได้ขายลำไยให้แก่ผู้ค้า รวมทั้งผู้ค้าส่วนใหญ่ไม่มีการลดความร้อนก่อนวางจำหน่าย อย่างไรก็ตามมีผู้ค้าจำนวน 6 ราย (20%) ได้ทำการลดความร้อนโดยการพรมน้ำอย่างสม่ำเสมอ และนอกจากนี้ผู้ค้าไม่นิยมใช้รถห้องเย็นในการขนส่ง ดังนั้นจึงส่งผลทำให้ลำไยมีอายุการวางจำหน่ายสั้น

ผู้ค้าไม่ได้ทำการยืดอายุการเก็บรักษาโดยการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อาจเป็นไปได้ว่าผู้ค้าส่วนใหญ่เป็นผู้ค้ารายเล็กที่รวบรวมลำไยเพื่อจำหน่ายในท้องถิ่น และไม่ได้เป็นผู้ค้าเพื่อจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาในการขนส่งของผู้ค้าลำไยโดยพบว่า ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่จะทำการขนส่งลำไยจากแหล่งรับซื้อไปยังแหล่งจำหน่าย ใช้ระยะเวลาระหว่าง 1-5 ชั่วโมง (70%) รองลงใช้ระยะเวลา 6-10 ชั่วโมง (26.67%) แสดงให้เห็นว่าชาวสวนลำไยทำการขายลำไยให้กับพ่อค้าในหมู่บ้านที่มารับซื้อจากสวน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจันทร์สุดา (2546) ที่พบว่าชาวสวนลำไยในจังหวัดลำพูนทำการจำหน่ายลำไยให้กับพ่อค้าในหมู่บ้านที่มารับซื้อจากสวน ซึ่งจะทำการรวบรวมผลผลิตส่งให้กับพ่อค้าต่างถิ่นตามใบสั่งซื้อสินค้า เนื่องจากปริมาณผลผลิตลำไยนอกฤดูมีกระจัดกระจาย รองลงมาคือทำการขายผลผลิตให้แก่พ่อค้าในหมู่บ้านหรือต่างถิ่นที่มารอรับซื้อผลผลิตลำไยจากชาวสวนโดยตรงมีน้อย และจากการศึกษาของมนตรี (2543) พบว่า เกษตรกรจะขายลำไยให้กับพ่อค้าท้องถิ่น โดยการซื้อขายแบบเหมาสวน ชาวสวนเป็นคนกำหนดราคาขายและให้พ่อค้าท้องถิ่นต่อรองราคา มีทั้งซื้อเหมาสวนตั้งแต่ออกดอก ติดผลเล็ก ติดผลใหญ่ หรือการขายเหมาแบบชั่งกิโลที่สวน เมื่อพ่อค้าท้องถิ่นจะส่งลำไยเข้าสู่ตลาดในกรุงเทพมหานคร ที่ตลาดมหานาคสะพานขาว ตลาดปากคลองตลาด ตลาดดอนเมืองพัฒนา ตลาดสี่มุมเมือง และตลาดไท โดยระบบการขายเป็นการขายฝาก พ่อค้าขายตามแผงตลาด จะคิดค่าตลาดร้อยละ 10 ของราคาขาย ซึ่งมักขึ้นกับอุปสงค์อุปทาน และคุณภาพสินค้า นอกจากนี้ยังมีตลาดจรที่ เป็นผู้ไปรับซื้อจากแหล่งผลิตแล้วนำไปขายโดยตรงตามจังหวัดต่างๆ และการขายตามข้างถนนหลวง เช่น ถนนทางหลวงสายเชียงใหม่-ลำปาง บริเวณตลาดหนองหอย ถนนสายเชียงใหม่-ลำพูน สำหรับตลาดสดส่งออกลำไยที่เป็นตลาดหลักส่วนใหญ่อยู่แถบประเทศใกล้เคียง ได้แก่ฮ่องกง สิงคโปร์ และมาเลเซีย ซึ่งในอดีตลำไยไม่สามารถส่งออกไปขายยังตลาดต่างประเทศได้ไกลเนื่องจากลำไยเน่าเสียง่าย ต้องใช้เครื่องบินซึ่งเสียค่าขนส่งสูงมากจึงต้องอาศัยตลาดใกล้เคียงรองรับผลผลิต และต่อมาได้มีการพัฒนาการส่งออกลำไยสดเพื่อการส่งออกได้มีการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์รมควันลำไยสด เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายให้นานขึ้น สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารที่นำมารมควันป้องกันเชื้อราที่ผิวลำไย เพื่อยืดอายุลำไยให้นานขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว โดยเมื่อรมควันแล้วนำลำไยมาบรรจุในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 1-5 องศาเซลเซียส

ทำให้สามารถรักษาคุณภาพลำไยได้ดี มีอายุการเก็บ 45- 60 วัน จึงทำให้สามารถขยายตลาดลำไยไปยังประเทศที่ไกลออกไปและมีรายได้สูงขึ้น เช่น ประเทศแคนาดา ฝรั่งเศสและอังกฤษ โดยเป็นกลุ่มคนจีนที่อพยพเข้าไปอยู่และกลุ่มคนเอเชียที่อาศัยอยู่ในประเทศนั้นๆ การส่งออกลำไยไปยังตลาดยุโรปเป็นตลาดที่ต้องการลำไยคุณภาพสูง

ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมีส่วนช่วยในการส่งออกให้มีแนวโน้มดีขึ้น แต่พบว่าการส่งออกลำไยสดยังมีปัญหาในด้านราคา คุณภาพไม่สม่ำเสมอและไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งก่อให้เกิดการกีดกันการนำเข้าของประเทศคู่ค้า นอกจากนี้ตลาดลำไยสดในต่างประเทศจะมีปัจจัยตัวแปรหลายตัวที่เกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณผลผลิตในประเทศจีนในปีนั้นๆ สภาพสถานะเศรษฐกิจ กำลังซื้อในแต่ละปี ความร่วมมือทางการค้าระหว่างประเทศเกี่ยวกับอัตราภาษีนำเข้าของประเทศนำเข้า ข้อตกลงด้านสุขอนามัยพืช ข้อตกลงอุปสรรคทางเทคนิคต่อการค้า และสถานะแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

1. รัฐบาลควรทำนโยบายตลาด เนื่องจากผลิตลำไยออกสู่ตลาดในปริมาณมากและเกิดขึ้นใน
ช่วงสั้น ๆ ส่งผลให้เกษตรกรต้องขายลำไยในราคาที่ต่ำ ดังนั้นรัฐบาลควรหาตลาดรองรับทั้งตลาด
ผลผลิตสดทั้งในประเทศและต่างประเทศ
2. รัฐบาลควรมีแผนงานการอบรมในด้านถ่ายทอดเทคโนโลยีในด้านต่างๆ ให้แก่เกษตรกร
เช่น เทคโนโลยีการผลิตลำไยนอกฤดู มีการแนะนำวิธีการใช้สารไปดัสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน
ที่เหมาะสม มีวิธีการใช้อย่างถูกต้อง และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การลดอุณหภูมิผลผลิต
และการขนส่ง เป็นต้น
3. ควรมีมาตรฐานควบคุมคุณภาพผลผลิตลำไย โดยเน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณ หากผล
ผลิตมีคุณภาพดีจะสามารถขายได้ในราคาสูง การปล่อยให้ลำไยมีปริมาณผลต่อต้นหรือต่อช่อมาก
เกินไป จะทำให้ราคาขายต่ำเนื่องจากผลผลิตลำไยที่ได้มีขนาดเล็ก
4. ควรทำการศึกษาในกลุ่มผู้ค้าที่มีศักยภาพในการจำหน่ายลำไยผลสดเพื่อการส่งออก
เพื่อจะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก

2) ผลการศึกษาข้อมูลผู้ค้าประเภทผู้ส่งออกต่างประเทศ

การศึกษาวិธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผู้นำเข้าผลไม้สดเพื่อจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศ โดยทำการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการค้าผลไม้สดเพื่อการส่งออกในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ที่มีการรับซื้อผลไม้สดเพื่อจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศ จำนวน 11 บริษัท ได้แก่

1. บริษัท KKK จังหวัดเชียงใหม่
2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อุทัยพืชผล จังหวัดเชียงใหม่
3. บริษัทเงิน จังหวัดเชียงใหม่
4. บริษัทพืชผลเกษตร จังหวัดเชียงใหม่
5. บริษัทพืชไทย จังหวัดเชียงใหม่
6. บริษัทแสงทองส่งออก จังหวัดเชียงใหม่
7. ห้างหุ้นส่วนจำกัดวี.เฟรช.ฟรุต จังหวัดเชียงใหม่
8. บริษัทนอร์ทเทอร์น อินเตอร์เนชั่นแนล การ์โก้ จำกัด จังหวัดเชียงใหม่
9. บริษัทเบสฟรุต จังหวัดลำพูน
10. บริษัทรุ่งเจริญพืชผล จังหวัดลำพูน
11. บริษัทกุ่มฮวด จังหวัดลำพูน

ผลการศึกษา

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการค้าผลไม้สดเพื่อการส่งออก จำนวน 11 บริษัท พบว่าข้อมูลทั่วไป

ผู้ประกอบการค้าผลไม้สดเพื่อการส่งออก มีอายุระหว่าง 25 ถึง 55 ปี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ถึงระดับปริญญาตรี มีประสบการณ์ในการขายผลไม้สดอยู่ระหว่าง 3 เดือน ถึง 20 ปี โดยมีจำนวนแรงงานในบริษัทไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณลำไยที่ออกสู่ตลาดในขณะนั้น ซึ่งการจ้างแรงงานในช่วงผลิtlำไยในฤดูกาล (ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม) มีการจ้างแรงงานมากกว่าการจ้างแรงงานนอกฤดูกาลของลำไย โดยมีจำนวนแรงงานที่ทำงานอยู่ระหว่าง 6 ถึง 70 คน และสำหรับจำนวนแรงงานนอกฤดูกาลลำไยอยู่ระหว่าง 6 ถึง 20 คน ซึ่งแรงงานเป็นแรงงานในพื้นที่และแรงงานนอกพื้นที่ โดยแรงงานนอกพื้นที่พบว่าแรงงานส่วนใหญ่เป็นชาวเขา และมีผู้ประกอบการค้าลำไยบางรายมีการอำนวยความสะดวกในการให้ที่พักและอาหารให้กับแรงงานของตนเองด้วย โดยให้พัก ณ โรงคัดบรรจุของบริษัทเพื่อความสะดวกในการทำงาน เนื่องจากในช่วงฤดูกาลมีปริมาณลำไยที่เกษตรกรนำมาขายให้กับบริษัทในปริมาณมาก และบริษัทต้องทำการคัดเกรด ชั่งน้ำหนัก คัดสต็อกเกอร์ตราสัญลักษณ์ของบริษัท นำลำไยไปรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และลำเลียงลำไยเพื่อบรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ แล้วขนส่งไปยังท่าเรือคลองเตยหรือ ท่าเรือแหลมฉบัง เพื่อส่งต่อไปยังตลาดต่างประเทศ ซึ่งจะต้องทำให้เสร็จภายในเวลา 7.00 น.

พันธุ์ที่รับซื้อ

พันธุ์ลำไยที่ผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกรับซื้อ ส่วนใหญ่จะรับซื้อเฉพาะพันธุ์อีดอ เนื่องจากมีเปลือกหนา เปลือกแน่น ขั้วผลเหนียว ทนทานต่อการเคลื่อนย้ายและการขนส่ง ส่วนลำไยพันธุ์อื่น ๆ พบว่ามีการรับซื้อน้อยเนื่องจากมีจุดอ่อนของลำไยแต่ละพันธุ์ เช่น พันธุ์แก้ว ขั้วผลลำไยหลุดง่ายหลังจากรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึมเข้าไปในเนื้อผลได้ง่าย ส่งผลให้มีปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเนื้อผลมาก ลำไยพันธุ์เบ๊วเขียว ผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดจะไม่รับซื้อเนื่องจากมีรสหวานจัด มีกลิ่นเหม็น หากผิวลำไยแห้งจะเกิดการร่วงเร็วมาก ส่วนลำไยพันธุ์สีชมพู เมื่อทำการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์แล้วพบว่าลำไยมีการเน่าเร็วมาก จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกพันธุ์อีดอมากที่สุด เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ และเกษตรกรส่วนใหญ่ทำการจำหน่ายลำไย โดยการเก็บจำหน่ายเอง และจำหน่ายแบบเหมาทั้งสวน ซึ่งเกษตรกรทำการขายลำไยให้กับผู้ค้าคนกลางและโรงงาน จากการศึกษาของจันทร์สุตา (2546) พบว่าชาวสวนลำไยนิยมเก็บผลผลิตลำไยสดจากสวนมาจำหน่ายเองมากกว่าการขายเหมาสวนให้กับพ่อค้าท้องถิ่น เนื่องจากขายได้ราคาดีกว่า นอกจากนี้จากการศึกษาของ อารณี (2546) ยังพบว่าเกษตรกรนิยมขายลำไยแบบเก็บขายเอง โดยขายตามน้ำหนักและคุณภาพคิดเป็นร้อยละ 56 และทำการขายแบบเหมาสวนคิดเป็นร้อยละ 29 ลักษณะการขายลำไยของเกษตรกร ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ลำไยในขณะนั้น โดยชาวสวนจะหา ข้อมูลเกี่ยวกับการขายลำไย ผ่านเพื่อนเกษตรกร เพื่อนบ้าน ญาติพี่น้อง หรือผู้ค้าในท้องถิ่น โดยนำข้อมูลจากหลายๆ แหล่งประกอบกันเพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าจะขายด้วยวิธีใด เช่น การขายแบบเหมาสวน ชาวสวนจะไปหาผู้ค้าที่รับซื้อลำไยแบบเหมาสวน หรือบอกเพื่อนบ้าน หรือคนรู้จัก ชักชวนให้ผู้ค้ามารับซื้อลำไยแบบเหมาสวน หรือผ่านนายหน้าที่เข้ามาติดต่อ เมื่อผู้ค้าเข้ามาจะทำการตกลงซื้อขายต่อรองกัน การขายแบบละเกรด การขายแบบเก็บเอง

ภาชนะบรรจุ

ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไยไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศคือ ตะกร้าพลาสติกสีขาว (รูปที่ 5.15) ปริมาณที่บรรจุคือ 11 กิโลกรัมต่อตะกร้าพลาสติก



รูปที่ 5.15 ตะกร้าพลาสติกที่จับบรรจุลำไยเพื่อการส่งออก

ช่วงเวลาการรับซื้อ

ช่วงเวลาในการรับซื้อลำไย ผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกจะทำการซื้อลำไยจากเกษตรกรในตอนบ่าย โดยที่เกษตรกรหรือพ่อค้าผู้รวบรวมจะทำการเบิกตะกร้าพลาสติกจากทางบริษัทในวันก่อนทำการเก็บเกี่ยว หลังจากนั้นทำการเก็บเกี่ยวลำไย คัดเกรด จัดเรียงบรรจุลำไยลงในตะกร้าพลาสติกในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น และนำมาขายให้แก่บริษัทในช่วงบ่าย การรับซื้อลำไยขึ้นอยู่กับแต่ละบริษัทที่รับซื้อ เช่น รับซื้อในเกรด AA, A, B, C หรือ 1, 2, 3, 4 หลักเกณฑ์ที่ผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกรับซื้อลำไยคือ สีผล ขนาดผล และความสม่ำเสมอของผลลำไยในตะกร้า ราคาที่รับซื้อลำไยในฤดู คือ เกรด AA ราคา 20-22 บาทต่อกิโลกรัม เกรด A ราคา 16-18 บาทต่อกิโลกรัม เกรด B ราคา 14-15 บาทต่อกิโลกรัม และเกรด C ราคา 12 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ราคาขึ้นอยู่กับปริมาณลำไยที่ออกสู่ตลาดในแต่ละวัน โดยหากมีลำไยออกสู่ตลาดในปริมาณมากจะรับซื้อลำไยในราคาต่ำ

ปริมาณการรับซื้อ

สำหรับปริมาณที่รับซื้อในช่วงฤดูกาลซึ่งมีปริมาณลำไยออกสู่ตลาดมาก ทางผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกสามารถรับซื้ออยู่ระหว่าง 18 ถึง 120 ตันต่อวัน แต่หากอยู่ในช่วงนอกฤดูซึ่งปริมาณลำไยออกสู่ตลาดน้อย ทำให้ปริมาณลำไยที่รับซื้อไม่แน่นอนในแต่ละวัน ขึ้นอยู่กับปริมาณลำไยที่ออกสู่ตลาดในขณะนั้น โดยมีปริมาณรับซื้ออยู่ระหว่าง 500 กิโลกรัม ถึง 50 ตัน ในช่วงฤดูกาลผลิตลำไย เกษตรกรชาวสวนลำไยหรือพ่อค้าคนกลางจะนำลำไยมาขายให้กับผู้ประกอบการค้าลำไยส่งออกที่จุดรับซื้อหรือที่บริษัทโดยตรง แต่หากอยู่ในช่วงนอกฤดูกาลผลิตลำไยทางผู้ประกอบการค้าจะรับซื้อ ณ จุดรับซื้อที่บริษัท หรือทางบริษัทจะเข้าไปรับซื้อลำไยใน

สวนของเกษตรกร หรือบริษัทจะทำการเหมาสวนลำไยของเกษตรกรแล้วทำการเก็บเกี่ยวเอง โดยพบว่าบริษัท บริษัท KKK บริษัทพืชผลเกษตร บริษัท วิ.เพชร.ฟรุต บริษัทเบสฟรุต ได้ทำการรับซื้อลำไยทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล

วิธีการรับซื้อ

วิธีการรับซื้อของผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออก พบว่าหากอยู่ในช่วงฤดูกาลของลำไยซึ่งมีปริมาณลำไยออกสู่ตลาดมาก ทางผู้ประกอบการจะมีจุดรับซื้อลำไยที่บริษัท โดยเกษตรกรหรือพ่อค้ารายย่อย (ผู้รวบรวมลำไยในท้องถิ่นและพ่อค้าท้องถิ่น พ่อค้าส่ง) จะต้องนำตะกร้าพลาสติกของบริษัทไปบรรจุลำไย ทำการคัดเกรด บรรจุจัดเรียงลำไยลงตะกร้าให้มีความสวยงามเป็นระเบียบ แล้วนำมาขายให้กับบริษัท โดยทำการรวบรวมบรรจุใส่รถกระบะเพื่อทำการขนส่งจากสวนหรือจุดรวบรวมมาจำหน่ายให้กับผู้ค้าส่งออกที่จุดรับซื้อของบริษัท (รูปที่ 5.16) แต่หากเป็นนอกฤดูกาลลำไยซึ่งมีปริมาณลำไยออกสู่ตลาดน้อย ทางผู้ประกอบการค้าลำไยบางราย จะทำการเช่าสวนลำไยทำเองหรือทำการเหมาสวนลำไย และทำการเก็บเกี่ยวลำไยด้วยตนเอง



รูปที่ 5.16 เกษตรกรนำลำไยมาขายที่จุดรับซื้อลำไยหรือที่โรงคัดบรรจุของบริษัท

เกณฑ์ในการรับซื้อ

สำหรับเกณฑ์ในการรับซื้อ เมื่อเกษตรกรเบิกตะกร้าจากบริษัทไปและทำการคัดเกรด บรรจุ จัดเรียงลำไยลงตะกร้า ซึ่งขั้นตอนนี้เกษตรกรจะกระทำที่สวนลำไยของเกษตรกรและรวบรวมลำไยใส่รถบรรทุกหรือรถกระบะ แล้วขนส่งมายังจุดรับซื้อ เมื่อเกษตรกรหรือผู้ค้าที่รวบรวมลำไยนำลำไยมายังจุดรับซื้อ ทางผู้ประกอบการค้าลำไยเพื่อการส่งออก จะมีการตรวจลำไยที่รับซื้อ และทำการคัดเกรดใหม่ โดยแต่ละบริษัทจะมีเจ้าหน้าที่หรือพนักงานบริษัทที่เชี่ยวชาญซึ่งมี

ประสบการณ์ความชำนาญในการคัดเกรด ทำโดยการเปิดตะกร้าพลาสติกแล้วประเมินด้วยสายตา (รูปที่ 5.17) โดยที่เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเกรด ได้แก่ สีของเปลือกผล ขนาดของผล การจัดเรียง การบรรจุและความสม่ำเสมอของผลลำไยทั้งตะกร้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในเรื่องดัชนีในการเก็บเกี่ยวพบว่าเกษตรกรมีการดัชนีที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวหลายๆด้านประกอบกันคือ ขนาด สีของเปลือก และความหวาน โดยผู้ที่เก็บเกี่ยวจะต้องมีความชำนาญ มีการสังเกตที่ดี โดยชาวสวนจะอาศัยประสบการณ์ในการตัดสินใจว่าลำไยของคนสามารถทำการเก็บเกี่ยวได้หรือไม่ และจากการศึกษาของอารณี (2546) พบว่า ลักษณะที่ชาวสวนลำไยใช้สังเกตคือ ขนาด สีของเปลือก ความเรียบของเปลือกคือเปลือกค้ำนออกจะเรียบ เมื่อแกะดูด้านในจะมีเส้นคล้ายร่างแห เมล็ดมีสีดำ เนื้อลำไยเมื่อชิมดูมีรสหวาน อร่อย เนื้อหนา ชุ่ม ไม่ใสจนเห็นเมล็ด ซึ่งหากชาวสวนเก็บเกี่ยวอ่อนจนเกินไป ทำให้ได้ลำไยมีคุณภาพไม่ดี เมื่อทำการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศทำให้ราคาผลผลิตตกต่ำลง เนื่องจากลำไยมีรสชาติไม่ดี มีความหวานน้อยและขนาดของผลไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งมักจะส่งผลกระทบต่อราคาลำไยในเวลาต่อมา แต่หากชาวสวนรอให้ลำไยผลโต หรือแก่จนเกินไป ทำให้ลำไยมีลักษณะขึ้นหัว คือ หัวจุก หรือหัวจะโต ทำให้ความหวานลดลง รสชาติไม่ดี สีผิวมีสีคล้ำ หากนำไปจำหน่ายทำให้ได้ราคาต่ำ หรือพ่อค้าบางจุดจะไม่รับซื้อเลย เนื่องจากสีผิวไม่สวย

ดังนั้นหากเกษตรกรต้องการได้ราคาดีเกษตรกรชาวสวนจะต้องมีความแม่นยำในการคัดเกรด เช่นทำการคัดทั้งผลลำไยที่เกิดโรค ลำไยผิวด่าง เลือกเอาผลผิวสวย และรสชาติดี หากพบว่ามี การปลอมปนลำไยที่มีผิวผลดำ ผิวลาย ผลเน่า หรือบรรจุลำไยไม่ตรงกับน้ำหนักตามที่บริษัท กำหนด บริษัทผู้ประกอบการค้าลำไยเพื่อการส่งออกจะไม่รับซื้อลำไยในคราวต่อไป



รูปที่ 5.17 พนักงานของบริษัททำการคัดเกรดลำไย โดยการประเมินด้วยสายตา

เมื่อทำการรับซื้อจากเกษตรกรแล้ว ผู้ประกอบการจะทำการคัดเกรดใหม่ เกณฑ์ในการแบ่งเกรดลำไย คือ ความสวยของผิว ขนาดของผลลำไยและความสม่ำเสมอของผลลำไย โดยทำการแบ่งเกรดได้ 3-12 เกรด (รูปที่ 5.18) จากนั้นผู้ค้าส่งออกลำไยผลสดจะใช้สติ๊กเกอร์ หรือโลโก้สัญลักษณ์เป็นรูปหรือสีต่างๆ ซึ่งแต่ละบริษัทมีโลโก้หรือสัญลักษณ์ของแต่ละบริษัท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้บริโภคปลายทาง เช่น ประเทศจีน ฮองกง สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย จะใช้สัญลักษณ์เป็นตัวอักษรภาษาจีน รูปภาพมังกร หรือรูปภาพมด อาจมีสีทอง สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า หากนำส่งไปยังประเทศในแถบยุโรป เช่น ประเทศแคนาดา ประเทศเนเธอร์แลนด์ ฝรั่งเศส จะใช้สัญลักษณ์เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ (รูปที่ 5.19) การที่ผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกมีตราสัญลักษณ์หรือโลโก้เป็นของตนเองซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอารณี (2546) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งเกรดเพื่อการส่งออกของบริษัทผู้ส่งออกรายหนึ่งในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่พบว่าการส่งออกลำไยไปยังต่างประเทศจะมีการคัดเกรดและแบ่งเกรดเอง โดยมีการจ้างพนักงานหรือลูกจ้างที่มี

ประสบการณ์และความชำนาญสูงในการคัดเกรด โดยมีการแบ่งเกรด เป็น 11 เกรด ดังแสดงในตารางที่ 5.6

สำหรับลำไยสดที่ส่งออก ฮองกง จีนและประเทศในแถบยุโรป พบว่าเป็นลำไยที่มีคุณภาพดีกว่านำเข้าประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสมลาภ (2545) พบว่าผลิตภัณฑ์ลำไยสดที่ใช้เพื่อการส่งออกส่วนมากเป็นลำไยสดเกรดเอเอ (AA) ถึงเกรดบี (B) ซึ่งจัดว่าเป็นลำไยสดที่มีคุณภาพสูง แต่มีผู้บริโภคในบางประเทศนิยมนำเข้าลำไยเกรดซี (C) ซึ่งจัดว่าเป็นลำไยสดคุณภาพต่ำ เช่นประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย



รูปที่ 5.18 ตราสัญลักษณ์หรือสัญลักษณ์ที่ทางผู้ประกอบการใช้ในการคัดเกรดเพื่อจำหน่ายไปยังประเทศจีน หรือประเทศอินโดนีเซีย

หลังจากที่ทางบริษัทของผู้ประกอบการค้าลำไยทำการรับซื้อลำไยจากบริษัทแล้วผู้ประกอบการค้าส่วนใหญ่จะทำการคัดเกรดใหม่ โดยทำการคัดเกรดเป็น 3-12 เกรด แล้วทำการติดสติ๊กเกอร์แสดงชื่อสินค้า เกรดสินค้าและชื่อบริษัท หลังจากนั้นจะทำการมัดตะกร้าด้วยเชือกพลาสติก (รูปที่ 5.20) แล้วนำตะกร้าลำไยไปรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การจัดเกรดคุณภาพ พบว่าผู้ประกอบการค้าลำไยเพื่อการส่งออกใช้การจัดเกรดโดยสายตาของผู้ที่มีประสบการณ์ซึ่งอยู่ในวงการนี้และทำการคำนวณ จากการศึกษาของปิยาวรรณ (2539) พบว่า มีความแม่นยำในการจัดเกรดถึงร้อยละ 99 ซึ่งข้อดีของการจัดเกรดด้วยสายตาคือมีความรวดเร็วกว่าการชั่งน้ำหนัก แต่มีข้อเสียคือ เนื่องจากการจัดเกรดเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดการรับซื้อลำไย ดังนั้นการประมาณตามความพอใจของผู้จัดเกรด จึงทำให้ผู้ขายมีความเสียเปรียบ (ทัศนวรรณ, 2543)

ตารางที่ 5.6 การแบ่งเกรดลำไยผลสดเพื่อส่งออกของบริษัทผู้ส่งออกรายหนึ่งใน
อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

ลำดับเกรด	ชื่อเกรดที่ใช้
1	ทอง
2	เหลือง
3	แดง
4	เขียว
5	ฟ้า
6	ทอง T
7	เหลือง T
8	แดง T
9	เขียว T
10	ฟ้า T
11	ฟ้า T(ฟ้าฝุ่น)



รูปที่ 5.19 ทรานสติกเกอร์หรือสัญลักษณ์ที่ทางผู้ประกอบการใช้ในการคัดเกรด
เพื่อจำหน่ายไปยังประเทศในแถบยุโรป



รูปที่ 5.20 เชือกพลาสติกสำหรับมัดตะกร้าดำไยที่ผ่านการคัดเกรด

การรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์

นำลำไยที่ทำการคัดเกรดเรียบร้อยแล้ว บรรจุในตะกร้าพลาสติก เข้าห้องรมควัน (รูปที่ 5.21) โดยใช้อัตราส่วนของกำมะถัน 500-600 กรัมต่อลำไย 1 ตัน (100 ตะกร้า) ราคาต้นทุนกำมะถัน คือ 4-6 บาทต่อลำไย 1 ตัน ใช้เวลาทั้งหมดเริ่มจากจุดเตาเพื่อเผาผงกำมะถันจนกระทั่งถึงการระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศออกเพื่อกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างในห้องรมประมาณ 1.5 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะทำการลำเลียงตะกร้าลำไยไปบรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำการ



รูปที่ 5.20 เชือกพลาสติกสำหรับมัดตะกร้าลำไยที่ผ่านการคัดเกรด

กรรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์

นำลำไยที่ทำการคัดเกรดเรียบร้อยแล้ว บรรจุในตะกร้าพลาสติก เข้าห้องรมควัน (รูปที่ 5.21) โดยใช้อัตราส่วนของกำมะถัน 500-600 กรัมต่อลำไย 1 ตัน (100 ตะกร้า) ราคาต้นทุนกำมะถัน คือ 4-6 บาทต่อลำไย 1 ตัน ใช้เวลาทั้งหมดเริ่มจากจุดเตาเพื่อเผาผงกำมะถันจนกระทั่งถึงการระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศออกเพื่อกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างในห้องรมประมาณ 1.5 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะทำการลำเลียงตะกร้าลำไยไปบรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำการ

ปรับอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ปัญหาการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการรมลำไย พบว่ามีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น พันธุ์ สภาพแวดล้อมและอายุการเก็บเกี่ยว โดยพบว่า

1. หากมีช่วงฤดูหนาวที่ยาวนาน ทำให้การเก็บเกี่ยวลำไยได้ช้า ส่งผลทำให้ลำไยแก่หวั
ลำไยจะเป็นผลให้ เมื่อทำการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้มีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึมเข้า
เนื้อลำไยมาก ทำให้มีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลลำไยในปริมาณมาก
2. หากทำการเก็บเกี่ยวลำไยในช่วงที่ฝนตก จะทำให้ผลลำไยมีน้ำในปริมาณมาก ขณะที่ทำ
การรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ลำไยมีการคายน้ำทำให้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่สามารถ
เกาะผิวลำไย ส่งผลทำให้ลำไยเกิดการเน่าเสียเร็ว มีอายุการเก็บรักษาสั้น
3. หากทำการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม ผิวหรือ
เปลือกของลำไยจะแห้ง เมื่อทำการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึม
ผ่านเข้าเนื้อลำไยมาก ส่งผลให้มีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยมาก ดังนั้นหลังการเก็บ
เกี่ยวลำไยแล้วทำการบรรจุในตะกร้า จะต้องหาพลาสติกมาคลุมตะกร้าเพื่อป้องกันผิวลำไยแห้ง
เมื่อจะทำการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ต้องทำการดึงพลาสติกออกก่อน



รูปที่ 5.21 ห้องที่ใช้สำหรับรมลำไยด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การสุ่มตรวจหาสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง

ลำไยที่ผ่านการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ผิวลำไยจะมีสีเหลืองทอง (รูปที่ 5.22) ลำไยจะไปบรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ที่ปรับอุณหภูมิต่ำไว้แล้ว ซึ่งลำไยสดที่ผ่านการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทุกตู้คอนเทนเนอร์จะต้องสุ่มหาสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง โดยเจ้าหน้าที่จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มาทำการสุ่มตรวจ ลำไยผลสดที่ส่งออกไป

จำหน่ายยังประเทศจีนจะอนุโลมให้มีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างที่เนื้อได้ไม่เกิน 30 ส่วนต่อล้านส่วน ถ้ามีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างมากกว่าที่กำหนดก็จะไม่ให้ใบรับรอง ดังนั้นผู้ประกอบการค้าลำไยเมื่อทราบว่ามีการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างเกินกำหนด จะนำลำไยทิ้งไว้ 2-3 วัน แล้วทำการตรวจซ้ำ ก็จะพบว่าปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างลดลง ทำให้สามารถส่งออกไปขายได้



รูปที่ 5.22 ลำไยที่ผ่านการรมและไม่ได้รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

5.1.2 กระบวนการขนส่งและการเก็บรักษา

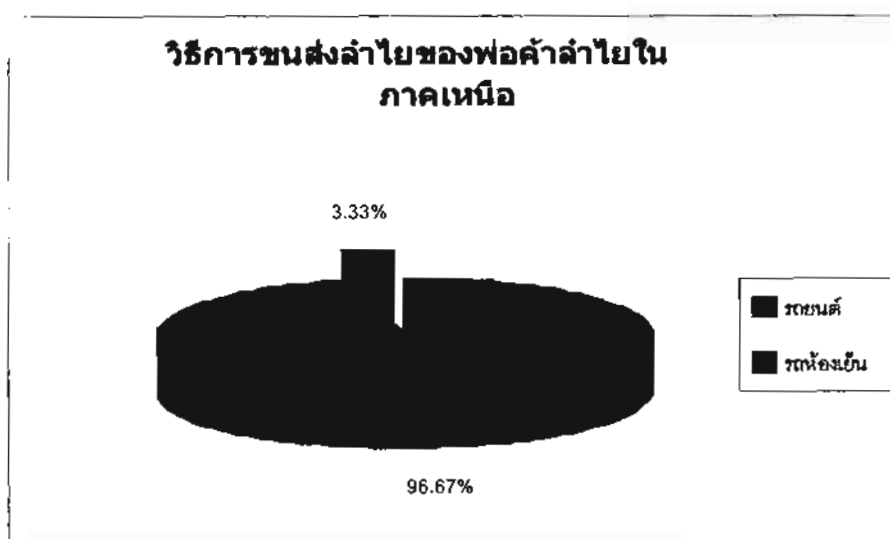
ศึกษาวิธีการขนส่งลำไยไปยังแหล่งจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศ โดยแบ่งการศึกษออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

5.1.2.1 การขนส่งลำไยจากแหล่งปลูกภาคเหนือไปจำหน่ายตลาดในประเทศ

ผลการศึกษาวิธีการขนส่งและการเก็บรักษาลำไยของผู้ค้า เพื่อจำหน่ายไปยังตลาดในประเทศจากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามจำนวน 30 ตัวอย่าง ได้ผลดังต่อไปนี้

วิธีการขนส่ง

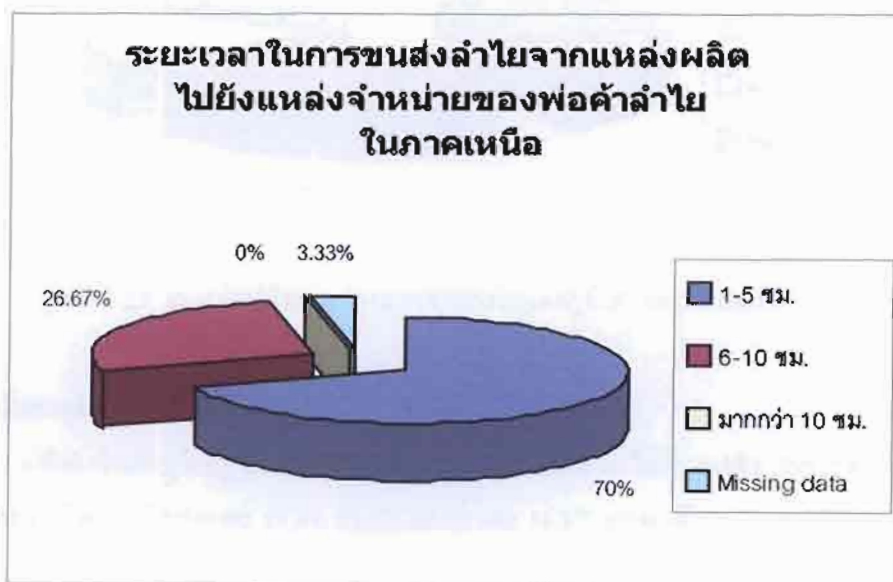
จากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม พบว่าผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่ทำการขนส่งลำไยโดยรถยนต์คิดเป็นร้อยละ 96.67 และมีเพียงร้อยละ 3.33 ที่ทำการขนส่งโดยรถห้องเย็นหรือรถปรับอากาศ (รูปที่ 5.23)



รูปที่ 5.23 วิธีการขนส่งลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

ระยะเวลาในการขนส่ง

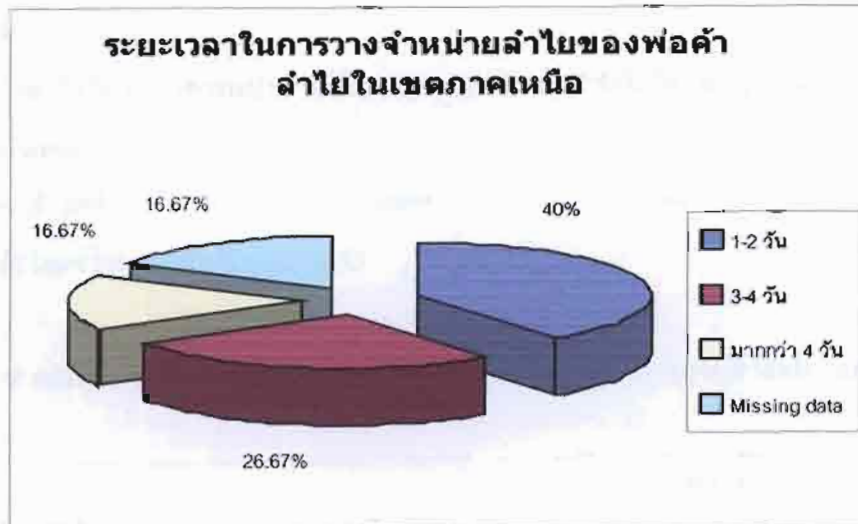
ผู้ค้าลำไย ทำการขนส่งลำไยจากแหล่งรับซื้อไปยังแหล่งจำหน่าย ใช้ระยะเวลาระหว่าง 1-5 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 70 และรองลงใช้ระยะเวลา 6-10 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 26.67 (รูปที่ 5.24)



รูปที่ 5.24 ระยะเวลาในการขนส่งลำไยจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งจำหน่ายของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

ระยะเวลาในการวางจำหน่าย

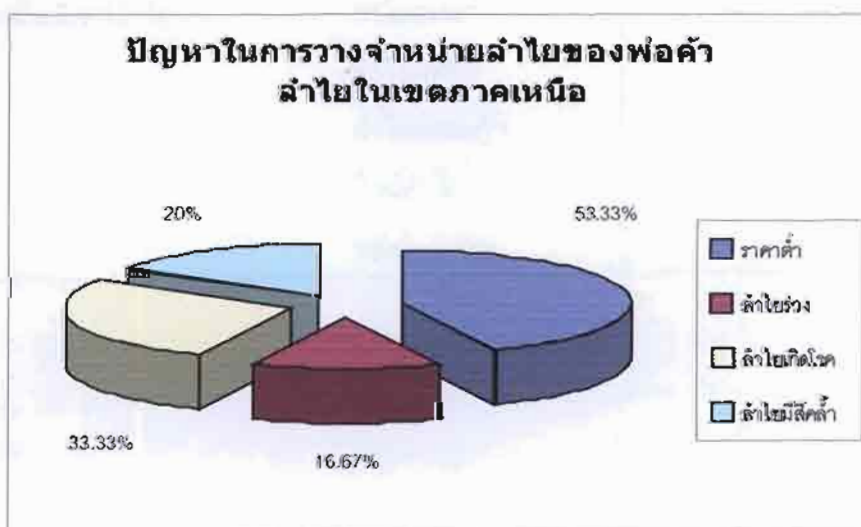
ผู้ค้าส่วนใหญ่ ทำการวางจำหน่ายใช้เวลา 1-2 วัน คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมา คือวางจำหน่าย 3-4 วัน คิดเป็นร้อยละ 26.67 (รูปที่ 5.25)



รูปที่ 5.25 ระยะเวลาในการวางจำหน่ายลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

ปัญหาในการจำหน่ายลำไย

ผู้ค้าส่วนใหญ่ มีปัญหาในการจำหน่ายลำไยคือ ลำไยมีราคาต่ำ เกิดโรค ผิวมีสีคล้ำ และผลร่วง โดยคิดเป็นร้อยละ 53.33, 33.33, 20.00 และ 16.67 ตามลำดับ (รูปที่ 5.26)



รูปที่ 5.26 ปัญหาในการวางจำหน่ายลำไยของผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

การยืดอายุการเก็บรักษาลำไย จากตารางที่ 5.7 พบว่า

การรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ผู้ค้าลำไยไม่ได้ทำการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คิดเป็นร้อยละ 93.33

การแปรรูป

ผู้ค้าลำไยไม่ได้ทำการแปรรูปลำไย 63.33 และมีการนำลำไยไปแปรรูปคิดเป็นร้อยละ 30.00

ชนิดของผลิตภัณฑ์ลำไย

ผู้ค้าลำไยที่ได้มีการแปรรูปลำไย โดยทำเป็นลำไยอบแห้ง คิดเป็นร้อยละ 63.33 รองลงมาคือทำเป็นลำไยแช่อิ่ม คิดเป็นร้อยละ 33.33

ตารางที่ 5.7 การรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การแปรรูปลำไย ของผู้ค้าลำไยในเขตภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
ทำการรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนนำไปขาย	ทำ	0	0.00
	ไม่ทำ	28	93.33
	Missing data	2	6.67
การนำลำไยไปแปรรูป	มี	9	30.00
	ไม่มี	19	63.33
	Missing data	2	6.67
ชนิดของผลิตภัณฑ์ลำไย	ลำไยอบแห้ง	19	63.33
	ลำไยแช่อิ่ม	10	33.33
	ลำไยลอยแก้ว	0	0.00
	ไวน์ลำไย	0	0.00
	Missing data	1	3.33

5.1.2.2 การขนส่งลำไยจากแหล่งปลูกภาคเหนือไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศ

ผลการศึกษาวិธีการขนส่งและการเก็บรักษาของผู้ค้าลำไยเพื่อจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการจำนวน 11 บริษัทได้ผลดังต่อไปนี้

การขนส่ง

ผู้ประกอบการค้าลำไยสดเพื่อการส่งออก จะทำการเช่าตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต พร้อมรถจากบริษัทเอกชน (รูปที่ 5.27) โดยบรรจุตะกร้าลำไยในตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งสามารถบรรจุลำไยได้ 24 -25 ตันต่อตู้ และภายในตู้ปรับอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส โดยทำการขนส่งจากจังหวัดเชียงใหม่หรือจังหวัดลำพูนในช่วงเช้า เวลา 07.00-09.00 น. ไปยังท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี หรือท่าเรือคลองเตย กรุงเทพมหานคร โดยใช้เวลา 14-18 ชั่วโมง ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สมลาก (2545) ซึ่งพบว่า การเคลื่อนย้ายลำไยสดมีการเคลื่อนย้ายจากระดับสวนทั้งที่เชียงใหม่และตลาดส่งออกที่กรุงเทพ ไปยังท่าเรือคลองเตยหรือท่าเรือแหลมฉบัง

หลังจากนั้นตู้คอนเทนเนอร์จะถูกส่งต่อไปยังฮ่องกง จีน อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และประเทศในแถบยุโรป เช่น แคนาดา การขนส่งลำไยโดยเรือขนส่งสินค้า จากท่าเรือในประเทศไทยไปยังประเทศฮ่องกง ใช้เวลาประมาณ 6-7 วัน และหากจะทำการส่งต่อไปยังประเทศจีนจะขนถ่ายลงเรือเล็กหรือรถบรรทุกเพื่อที่จะส่งไปยังเมืองต่างๆในประเทศจีนโดยใช้เวลาเพิ่มอีก 3-5 วัน สำหรับลำไยเพื่อจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศในเขตยุโรป เช่นประเทศฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ แคนาดา สหรัฐอเมริกาและอังกฤษ ทำการขนส่งโดยทางเรือเช่นเดียวกัน โดยใช้เวลา 21-45 วัน โดยที่การขนส่งทางเรือ จะมีบริษัทคาร์โก้และบริษัท shipping เป็นผู้ดำเนินการให้ทั้งเรื่องการขอตู้คอนเทนเนอร์และหัวลากจากกรุงเทพ (ทัศนวรรณ,2543)

การเก็บรักษา

หลังจากผู้ประกอบการค้าลำไยเพื่อการส่งออก นำลำไยไปรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และทำการรวบรวมและเก็บรักษาโดยบรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ ที่ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 2-4 องศาเซลเซียส (รูปที่ 5.28) เมื่อได้ปริมาณลำไยมากพอหรือเต็มตู้คอนเทนเนอร์แล้ว จะทำการขนส่งไปยังท่าเรือเพื่อส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ ซึ่งบริษัทของผู้ประกอบการค้าลำไยเพื่อการส่งออกจะมีตัวแทนเพื่อจำหน่ายอยู่ในต่างประเทศ แต่ทางบริษัทไม่สามารถกำหนดราคาขายได้ เนื่องจากเป็นระบบการขายแบบขายฝาก ราคาขายในตลาดต่างประเทศจะไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณลำไยที่เข้าสู่ตลาดในขณะนั้น ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของผู้ประกอบการค้าลำไยเพื่อการส่งออก



รูปที่ 5.27 รถตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ในการขนส่งลำไยไปยังท่าเรือ



รูปที่ 5.28 ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถูกนำมาเก็บรักษา
ในตู้คอนเทนเนอร์ที่ปรับอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บรักษาลำไย

ในการศึกษาพบว่าผู้ค้าส่งออกลำไยผลสดส่วนมากมีการรมควันด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อส่งจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศซึ่งตลาดส่วนใหญ่อยู่แถบประเทศในทวีปเอเชีย ได้แก่ฮ่องกง สิงคโปร์และมาเลเซีย ซึ่งในอดีตลำไยไม่สามารถส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศได้ไกลเนื่องจากลำไยเน่าเสียง่าย ต้องใช้เครื่องบินซึ่งเสียค่าขนส่งสูงมากจึงต้องอาศัยตลาดใกล้เคียงรองรับผลผลิต ต่อมาได้มีการพัฒนาการส่งออกลำไยสดเพื่อการส่งออกได้มีการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่ออบผิวลำไยสด ควบคุมการเน่าเสียของผลลำไยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายให้นานขึ้น ซึ่งสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารที่นำมารมควันป้องกันเชื้อราที่ผิวลำไย เมื่อนำไปรมควันด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์แล้วนำลำไยมาบรรจุในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถรักษาคุณภาพลำไยได้ดี มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 45-60 วัน จึงทำให้สามารถขยายตลาดลำไยไปยังประเทศที่ไกลออกไป เช่น ประเทศแคนาดา และส่งต่อไปยังสหรัฐอเมริกา หรือตลาดทางยุโรป เช่น ฝรั่งเศสและอังกฤษ โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มชาวจีนหรือชาวเอเชียที่อพยพเข้าไปอาศัยอยู่ในประเทศนั้นๆ ซึ่งการส่งออกลำไยไปยังตลาดยุโรปเป็นตลาดที่ต้องการลำไยคุณภาพสูง มีการซื้อขายตามใบสั่งซื้อ ดังนั้นจึงรองรับผลผลิตได้จำกัด ตามระบุไว้ในใบสั่งซื้อ แต่ผู้ส่งออกจะจำหน่ายได้ราคาดีและมีเสถียรภาพ (มนตรี,2543)

ปัญหาการส่งออกลำไยผลสด

ปัญหาผู้ประกอบการค้าลำไยสดเพื่อการส่งออก พบว่าลำไยที่ส่งไปยังประเทศในแถบเอเชีย เช่นประเทศจีน ฮองกง อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และมาเลเซียพบว่า ปัญหาที่สำคัญคือราคาดผลิตตกต่ำราคาไม่แน่นอนและไม่สามารถกำหนดราคาเองได้ เนื่องจากลำไยที่ส่งไปขายยังตลาดต่างประเทศใช้ระบบขายฝากซึ่งขึ้นเป็นตลาดที่ราคาไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณของลำไยในตลาดต่างประเทศในขณะนั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ มนตรี (2543) พบว่าการส่งออกลำไยสดไปยังตลาดต่างประเทศเช่น ประเทศจีน ฮองกง มาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย มีการขายเป็นระบบการขายฝาก เป็นตลาดที่ราคามีความผันผวนตามปริมาณของสินค้า โดยผู้ใช้ราคาเป็นตัวปรับความสมดุลของอุปสงค์และอุปทาน แต่ตลาดนี้มีความคล่องตัวในการระบายผลผลิตและความสามารถรองรับผลผลิตได้เป็นจำนวนมาก โดยที่ตลาดในแต่ละประเทศสามารถรองรับผลผลิตแตกต่างกัน เช่น ฮองกง 100 ตันต่อวัน จีน 200-400 ตันต่อวัน มาเลเซีย 100 ตันต่อวัน สิงคโปร์ 100 ตันต่อวัน อินโดนีเซีย 100 ตันต่อวัน บรูไน 30,000 กิโลกรัมต่อวัน นอกจากนี้การศึกษาของอารณี (2546) พบว่า ปัญหาที่สำคัญคือราคาดผลิตตกต่ำและราคาไม่แน่นอน การคัดเกรดไม่ได้มาตรฐาน มีการนำเสียและผลผลิตไม่สด คุณภาพผลผลิตไม่ได้มาตรฐานและกำหนดราคาดผลิตเองไม่ได้

5.1.3 สร้างแบบจำลองการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งในทางการค้า

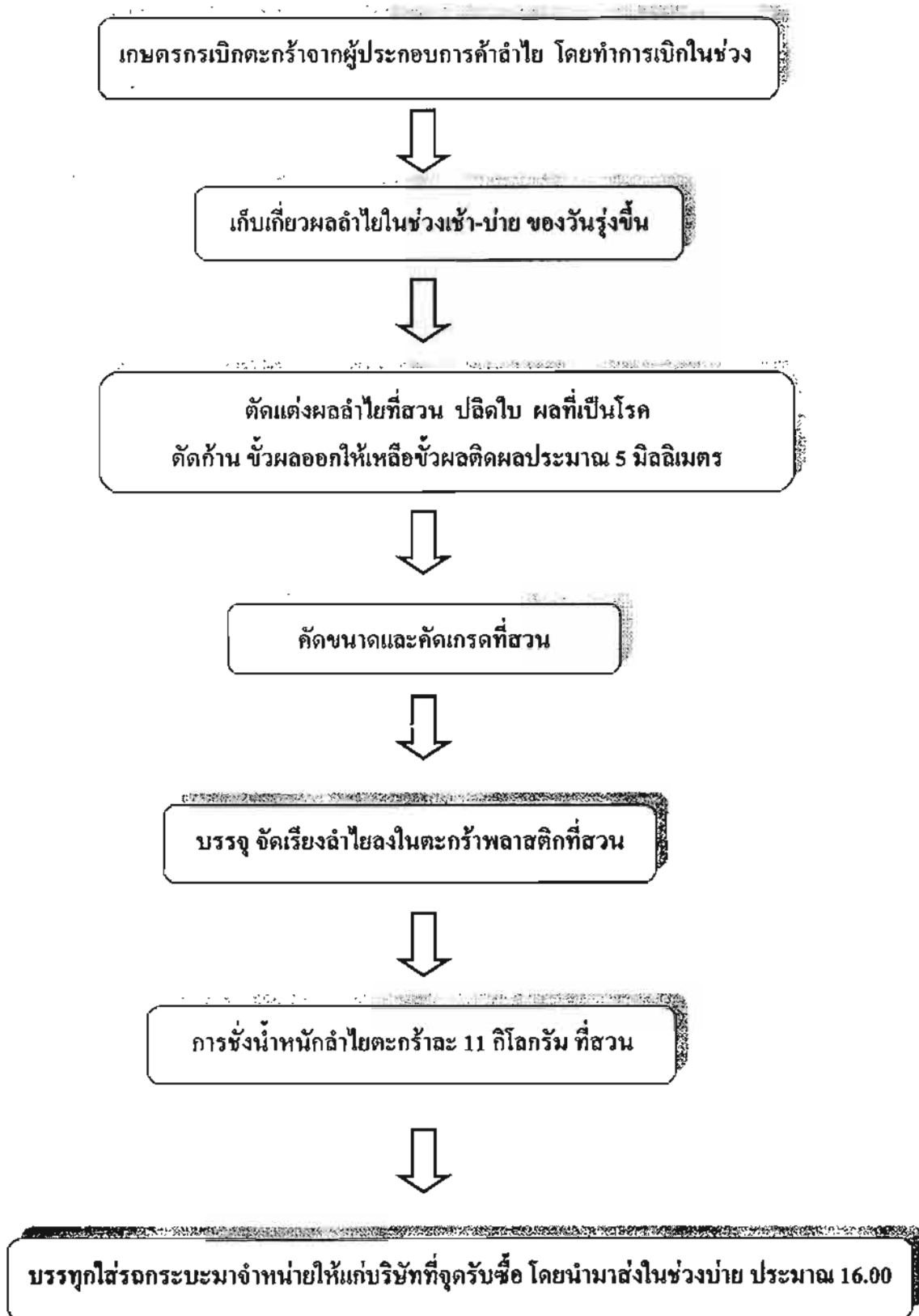
ศึกษาการสร้างแบบจำลองการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งในทางการค้า จากผลการศึกษาวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว สามารถสรุปวิธีการปฏิบัติทางด้านหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งได้ดังต่อไปนี้

5.1.3.1 แบบจำลองการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งของเกษตรกรในประเทศ

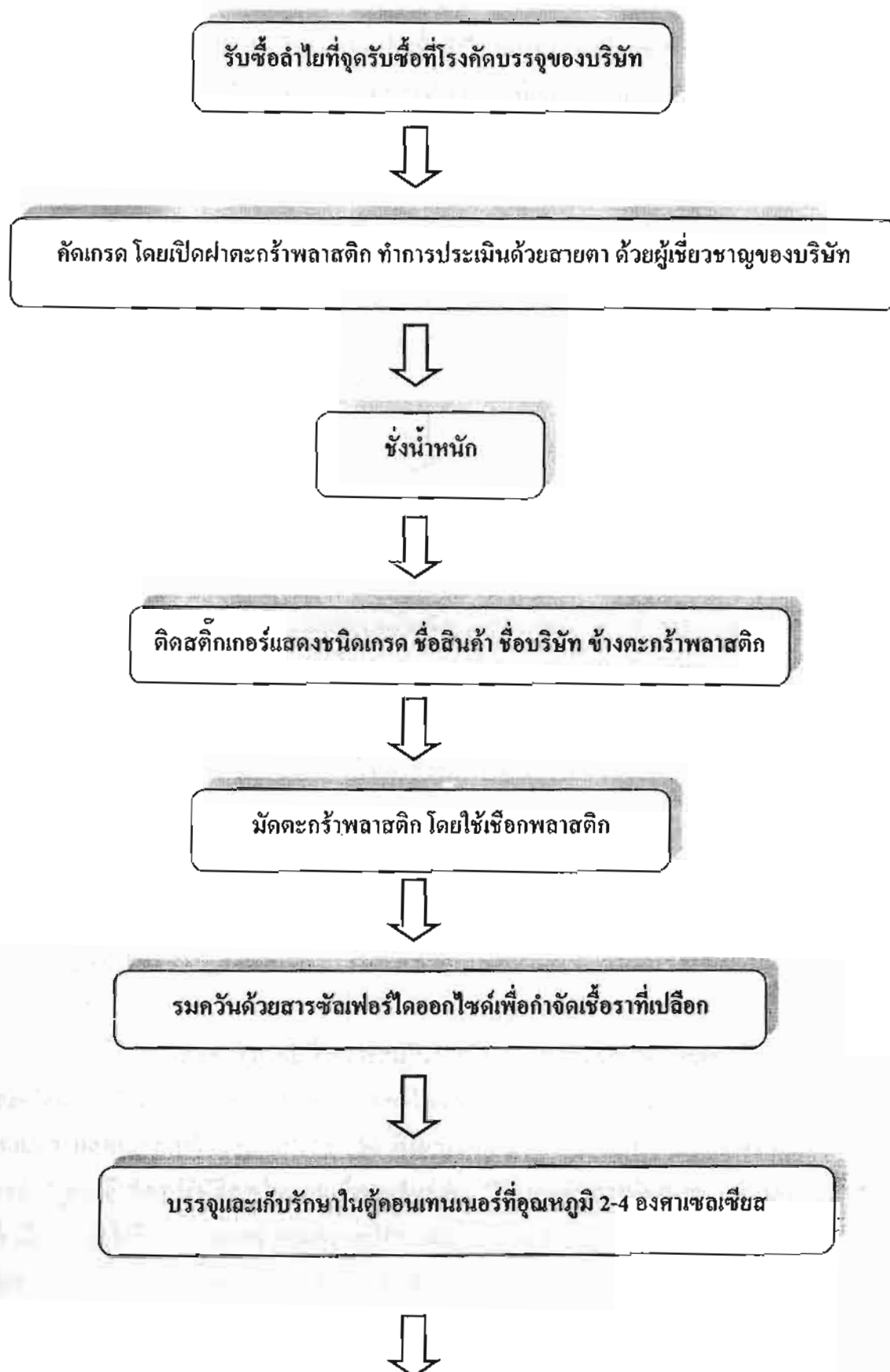
จากผลการศึกษาวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรสามารถสรุปแบบจำลองวิธีการปฏิบัติทางด้านหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งได้ดังรูปที่ 5.29

5.1.3.2 แบบจำลองวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งของผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกต่างประเทศ

จากผลการศึกษาวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกสามารถสรุปแบบจำลองวิธีการปฏิบัติทางด้านหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งได้ดังรูปที่ 5.30



รูปที่ 5.29 แบบจำลองวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งของเกษตรกร



ผู้ตรวจหาสารตกค้างซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไย โดยเจ้าหน้าที่จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยไม่ให้เกิน 30 ppm และออกใบรับรองให้



ขนส่งลำไยไปยังท่าเรือคลองเตยหรือแหลมฉบัง โดยรถตู้คอนเทนเนอร์



ส่งออกลำไยไปตลาดต่างประเทศ เช่นฮ่องกง จีน อินโดนีเซีย หรือตลาดยุโรป โดยทางเรือ

รูปที่ 5.30 แบบจำลองวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งของผู้ประกอบการค้าลำไยผลเพื่อการส่งออกต่างประเทศ

5.2 ศึกษาชนิด วิธีการ และอุณหภูมิของสารเคมี ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาและทำให้สีผิวลำไยสวย

5.2.1 ผลการทดลองการศึกษาชนิดของสารเคมีที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยและทำให้ลำไยมีผิวสวย

การศึกษาชนิดของสารเคมีที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยและทำให้ลำไยมีผิวสวย โดยใช้ลำไยพันธุ์ศุภจากสวนในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ที่เก็บเกี่ยวในตอนเย็น บรรจุในตะกร้าพลาสติกสีเหลี่ยมขนาดบรรจุ 20 กิโลกรัมและมีใบลำไยรองพื้น ขนส่งโดยรถยนต์จากแหล่งปลูกมาถึงห้องปฏิบัติการในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น (ใช้เวลาเดินทางประมาณ 1 ชั่วโมง) นำมาคัดเลือกช่อลำไยที่มีผลขนาดสม่ำเสมอและมีจำนวนผลใกล้เคียงกัน ปราศจากตำหนิและเชื้อโรค ช่อละประมาณ 500 กรัม มาทดลองเพื่อคัดเลือกชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคมีที่มีผลต่อคุณภาพของลำไยด้านต่างๆ โดยในการทดลองนี้ได้ศึกษากลุ่มสารเคมีที่มีผลต่อคุณภาพด้าน

ต่างๆ ของลำไย 4 กลุ่มและแปรรูประดับความเข้มข้นของสารเคมีแต่ละชนิด 5 ระดับตามข้อมูลที่ได้ศึกษามาก่อนหน้านี้ ได้แก่ 1) กลุ่มสารเคมีที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ (antimicrobial agents) โดยสารเคมีที่คัดเลือกมาใช้ทดลอง 2 ชนิด ได้แก่ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ความเข้มข้น 750 1,000 1,250 1,750 และ 2,000 ppm) และ โพธิ์พิลาพาราเบน (ความเข้มข้น 150 250 500 750 และ 1,000 ppm) 2) กลุ่มที่มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของผลลำไย สารเคมีที่นำมาทดลองมี 4 ชนิด ได้แก่ hexylresorcinol (ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05) N-acetyl-L-cysteine (ความเข้มข้น 5 15 25 35 และ 45 mM) กรดซิติริก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5) และ กรดแอสคอร์บิก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.25 0.50 0.75 1.0 และ 1.25) 3) สารเคมีที่ทำให้ลำไยมีสีผิวสวย ได้แก่ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30) และ 4) สารเคมีที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับขั้วลำไย ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 0.5 0.7 1.0 และ 1.2) โดยนำลำไยมาจุ่มในสารละลายแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เติมสาร tween 20 ร้อยละ 0.02 เพื่อให้สารเคมีเกาะติดลำไยมากยิ่งขึ้น เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำขึ้นมาล้างให้ผิวลำไยแห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุมที่จุ่มน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสีผิว ร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสีย ร้อยละของการเน่าเสียและร้อยละการร่วงของผลทุก 2 วัน ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

5.2.1.1 การใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์

1) ร้อยละของการเน่าเสีย

การทดลองใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้แก่ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ความเข้มข้น 750 1,000 1,250 1,750 และ 2,000 ppm) และ โพธิ์พิลาพาราเบน (ความเข้มข้น 150 250 500 750 และ 1,000 ppm) แสดงดังตารางที่ 5.8 จากตารางพบว่าค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.01 – 7.91 โดยพบว่าการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีแนวโน้มในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลลำไยได้และการใช้สารละลายดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นจะให้ผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีขึ้นเช่นเดียวกับการทดลองของ พรวิสาข์ (2544) ที่ใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นระดับต่างๆ แช่ลำไยพันธุ์ดอและนำลำไยไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้องพบว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายดังกล่าวเพิ่มขึ้นทำให้การเจริญของเชื้อราหรือเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมักลดลง การที่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้เพิ่มขึ้นเมื่อมีความเข้มข้นสูง

ขึ้นนั้นเนื่องมาจากสารประกอบซัลไฟด์เมื่อละลายน้ำแล้วจะแตกตัวให้กรดซัลฟูรัสที่ไม่แตกตัว (H_2SO_3) ไบซัลไฟต์ไอออน (HSO_3^-) และซัลไฟต์ไอออน (SO_3^{2-}) โดยที่กรดซัลฟูรัสที่ไม่แตกตัวที่เกิดขึ้นมีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์มากกว่าไอออนอีก 2 ชนิด (รัตนา, 2535) โดยเฉพาะในสารละลายที่มีค่า pH ต่ำ จากการที่สารละลายนี้มีความเข้มข้นสูงขึ้นและค่า pH ลดลง ทำให้เกิดกรดซัลฟูรัสที่ไม่แตกตัวปริมาณที่สูงกว่าและทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และสารละลายโพรพิลพาราเบนพบว่าการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด (2,000 ppm) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ดีกว่าการใช้สารละลายโพรพิลพาราเบนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดลองในวันที่ 4 6 และ 8 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้เมื่อใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 2,000 ppm พบว่ามีค่าร้อยละของการเน่าเสียในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.01 อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์โดยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างจากค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยหุคควบคุม ($p > 0.05$) ในขณะที่ค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายโพรพิลพาราเบนโดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และของลำไยหุคควบคุมแต่ค่าดังกล่าวโดยส่วนใหญ่ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างจากค่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยหุคควบคุม ($p > 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการใช้สารละลายโพรพิลพาราเบนในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในลำไย จากตารางที่ 5.8 พบว่าสารละลายโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่างๆ โดยส่วนใหญ่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) ทั้งนี้ Davidson และ Juneja (1990) รายงานว่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญได้อย่างสมบูรณ์ (minimum inhibitory concentration) ของสารโพรพิลพาราเบนในการยับยั้งเชื้อราและยีสต์ชนิดต่างๆ เช่น *Aspergillus flavus* *Aspergillus niger* *Candida albicans* *Penicillium chrysogenum* *Rhizopus nigricans* *Saccharomyces cerevisiae* อยู่ระหว่าง 125 – 250 ppm ซึ่งจากรายงานการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อราส่วนใหญ่ที่เป็นสาเหตุทำให้ลำไยเน่าเสียได้แก่ *Cladosporium* sp. *Phyctaena* sp. *Botryodiplodia* sp. *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. *Fusarium* sp. *Pestalotia* sp. *Collectotrichum* sp. และ *Rhizopus* sp. (ชิง ชิง, 2520 ; เสน่ห์, 2530 และธิดา, 2535) จะเห็นว่ามีเชื้อราบางส่วนที่เป็นสาเหตุทำให้ลำไยเน่าเสียซึ่งสารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้นระดับเดียวกันที่ใช้ในการทดลองนี้ (150-250 ppm) สามารถยับยั้งการเจริญได้ ทั้งนี้กลไกในการยับยั้งเนื่องมาจากสารโพรพิลพาราเบนจะมีผลต่อไฮโดรพลาสมิกเมมเบรน ยับยั้งการนำเซรีน (serine) เข้าภายในเซลล์และการสร้างสาร ATP (Freese et al., 1973) อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองใช้สารละลายโพรพิลพาราเบนในระดับ

ความเข้มข้นที่สูงขึ้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันจากการใช้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า ($p>0.05$) และไม่มีความแตกต่างจากลำไยชุดควบคุมหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารเคมีทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นเดียวกัน (750 และ 1,000 ppm) พบว่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มีค่าต่ำกว่าค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายโพรพิลพาราเบนตลอดเวลาที่เก็บรักษาลำไยเป็นเวลา 8 วัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากความเข้มข้นดังกล่าวกับค่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยชุดควบคุมพบว่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายโพรพิลพาราเบนโดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ค่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์โดยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างจากลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.8 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเน่าเสียของลำไยเนื่องจากจุลินทรีย์

ทรีตเมนต์	ร้อยละการเน่าเสีย *			
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม	0.00	0.00 ^a	0.00 ^a	5.00 ^{ab}
โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 750 ppm	0.00	1.04 ^{ab}	3.91 ^{bcd}	3.91 ^{ab}
1,000 ppm	0.00	0.00 ^a	1.85 ^{abc}	2.38 ^{ab}
1,250 ppm	0.00	0.00 ^a	0.00 ^a	3.36 ^{ab}
1,750 ppm	0.00	1.01 ^{ab}	1.01 ^{ab}	2.84 ^{ab}
2,000 ppm	0.00	0.00 ^a	0.00 ^a	1.01 ^a
โพรพิลพาราเบน 150 ppm	0.00	0.00 ^a	0.00 ^a	2.78 ^{ab}
250 ppm	0.00	2.84 ^{ab}	4.99 ^{cd}	6.11 ^{ab}
500 ppm	0.00	1.96 ^{ab}	4.94 ^{cd}	5.95 ^{ab}
750 ppm	0.00	3.90 ^{bc}	6.96 ^d	7.91 ^b
1,000 ppm	0.00	6.92 ^c	6.92 ^d	6.91 ^b

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณภูมิเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

1) ร้อยละการร่วงของผล

ผลจากการทดลองใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้แก่โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ (ความเข้มข้น 750 1,000 1,250 1,750 และ 2,000 ppm) และโพรพิลพาราเบน (ความเข้มข้น 150 250 500 750 และ 1,000 ppm) ต่อการร่วงของผลลำไยแสดงดังตารางที่ 5.9 จากตารางพบว่าค่าร้อยละการร่วงของผลเมื่อจุ่มสารละลายทั้งสองชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 2.02 – 15.83 โดยลำไยที่จุ่มสารละลายทั้งสองชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่ามีค่าร้อยละการร่วงของผลต่ำกว่าค่าร้อยละการร่วงของผลของลำไยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5.9 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่างๆ ต่อการร่วงของผลลำไย

ทรีตเมนต์		ร้อยละการร่วงของผลลำไย *			
		วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม		10.0 ^d	10.0 ^d	15.0 ^d	15.67 ^d
โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์	750 ppm	0.00 ^a	0.90 ^a	1.83 ^a	6.64 ^{ab}
	1,000 ppm	0.00 ^a	0.90 ^a	3.28 ^{ab}	8.68 ^{abc}
	1,250 ppm	3.07 ^{ab}	0.00 ^a	5.16 ^{abc}	6.06 ^{ab}
	1,750 ppm	0.88 ^a	0.88 ^a	2.71 ^{ab}	3.72 ^{ab}
	2,000 ppm	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	2.02 ^a
โพรพิลพาราเบน	150 ppm	0.00 ^a	0.00 ^a	1.39 ^a	2.78 ^a
	250 ppm	6.25 ^{bc}	6.25 ^{bc}	8.47 ^{bc}	11.52 ^{bc}
	500 ppm	3.04 ^{ab}	5.19 ^{abc}	5.19 ^{abc}	5.19 ^{ab}
	750 ppm	0.98 ^a	1.96 ^{ab}	1.96 ^a	4.04 ^{ab}
	1,000 ppm	7.83 ^c	8.91 ^c	10.14 ^c	15.83 ^c

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณการร่วงของผลลำไยที่แช่สารละลายทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ พบว่าลำไยที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มีแนวโน้มการหลุดร่วงของผลต่ำกว่าซึ่งเห็นได้จากปริมาณการร่วงของผลลำไยโดยส่วนใหญ่ที่มีค่าต่ำกว่าในวันที่ 4 6 และ 8 ของการเก็บรักษา และเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์เพิ่มสูงขึ้นพบว่า การร่วงของลำไยมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามค่าร้อยละการร่วงของผลลำไยที่แช่สารละลายทั้งสองชนิดโดยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และปริมาณการร่วงของผลลำไยที่แช่สารละลายทั้งสองชนิดดังกล่าวสอดคล้องกับปริมาณการเน่าเสียที่แสดงในตารางที่ 5.8 โดยการเน่าเสียและการร่วงของผลลำไยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในลักษณะเดียวกันและเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารเคมีทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นเดียวกัน (750 และ 1,000 ppm) พบว่าปริมาณการร่วงของลำไยที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มีค่าต่ำกว่าปริมาณการร่วงของลำไยที่จุ่มสารละลายโพรพิลพาราเบนตลอดเวลาที่เก็บรักษาลำไยเป็นเวลา 8 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

2) ร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสีย

การทดลองใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้แก่โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ (ความเข้มข้น 750 1,000 1,250 1,750 และ 2,000 ppm) และโพรพิลพาราเบน (ความเข้มข้น 150 250 500 750 และ 1,000 ppm) ต่อปริมาณน้ำหนักที่สูญเสียของลำไย แสดงดังตารางที่ 5.10 จากตารางพบว่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเมื่อเก็บรักษาลำไยที่จุ่มสารละลายทั้งสองชนิด ดังกล่าวที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 1.30 – 12.43 ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างจากค่าร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา

ตารางที่ 5.10 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรฟิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย

ทรีตเมนต์	ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก *			
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม	1.85 ^a	8.09 ^a	9.70 ^a	9.95 ^a
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 750 ppm	4.18 ^a	7.22 ^a	8.64 ^a	12.43 ^a
1,000 ppm	2.93 ^a	5.81 ^a	8.55 ^a	1.30 ^a
1,250 ppm	2.43 ^a	4.79 ^a	6.97 ^a	8.41 ^a
1,750 ppm	4.78 ^a	7.22 ^a	10.23 ^a	11.71 ^a
2,000 ppm	2.52 ^a	5.08 ^a	8.40 ^a	9.71 ^a
โพรฟิลพาราเบน 150 ppm	7.13 ^a	9.64 ^a	10.88 ^a	12.04 ^a
250 ppm	1.61 ^a	4.98 ^a	6.04 ^a	7.84 ^a
500 ppm	4.14 ^a	7.54 ^a	8.88 ^a	10.84 ^a
750 ppm	2.11 ^a	5.21 ^a	7.66 ^a	9.33 ^a
1,000 ppm	6.41 ^a	8.79 ^a	9.89 ^a	12.08 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

3) การเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว

การทดลองใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้แก่โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ความเข้มข้น 750 1,000 1,250 1,750 และ 2,000 ppm) และโพรฟิลพาราเบน (ความเข้มข้น 150 250 500 750 และ 1,000 ppm) ต่อการเปลี่ยนแปลงของสีผิวเปลือกนอกของลำไยโดยวัดจากค่า L^* แสดงดังตารางที่ 5.11 จากตารางพบว่าค่า L^* เป็นค่าความสว่าง (lightness) มีค่าลดลงในทุกทรีตเมนต์ ซึ่งหมายถึงสีผิวของลำไยมีความเข้มของสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นหรือสีเปลือกลำไยมีสีคล้ำลง โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่า L^* อยู่ระหว่าง 30.79 – 34.68 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าดังกล่าวอยู่ระหว่าง 21.44 – 26.73 จากการเก็บรักษาลำไยเป็นเวลา 8 วันที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่าค่า L^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารละลายทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างจากลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$) และเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นพบว่าการลดลงของค่า L^* ใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารเคมีทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นเดียวกัน (750 และ 1,000 ppm) พบว่าค่า L^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายทั้งสองชนิดโดยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$)

ในส่วนของค่า b^* ซึ่งแสดงค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.12 จากตารางพบว่าค่า b^* ในทุกทรีตเมนต์มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วันที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยค่า b^* ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 14.13 – 16.53 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่า b^* อยู่ระหว่าง 8.10 – 10.77 และพบว่าในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ค่า b^* ของลำไยที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ใกล้เคียงกับค่า b^* ของลำไยชุดควบคุม และมีแนวโน้มต่ำกว่าค่า b^* ของลำไยที่จุ่มสารละลายโพรพิลพาราเบนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบซัลไฟต์เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการฟอกสีและยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งที่เกิดจากเอนไซม์และที่เกิดโดยไม่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง (จริงแท้, 2544) แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่า b^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ตลอดเวลาของการเก็บรักษาโดยส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.11 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่า L^* ของลำไย

ทรีตเมนต์		ค่า L^*				
		วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม		30.79 ^a	30.24 ^a	27.83 ^{abc}	24.26 ^a	21.44 ^a
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	750 ppm	34.68 ^d	31.14 ^a	28.29 ^{abcd}	26.50 ^a	23.06 ^a
	1,000 ppm	33.12 ^{bcd}	31.26 ^a	27.49 ^{abc}	26.54 ^a	26.45 ^{bc}
	1,250 ppm	33.30 ^{bcd}	31.70 ^a	28.47 ^{abcd}	26.58 ^a	23.23 ^a
	1,750 ppm	34.22 ^{cd}	32.22 ^a	27.49 ^{abc}	27.62 ^a	24.02 ^{abc}
	2,000 ppm	31.37 ^{ab}	32.35 ^a	26.22 ^a	26.27 ^a	23.48 ^{ab}
โพรพิลพาราเบน	150 ppm	32.47 ^{abc}	30.69 ^a	30.25 ^{cd}	26.85 ^a	26.73 ^c
	250 ppm	32.51 ^{abc}	32.57 ^a	27.84 ^{abc}	27.69 ^a	22.80 ^a
	500 ppm	32.80 ^{bcd}	31.18 ^a	29.58 ^{bcd}	26.45 ^a	24.10 ^{abc}
	750 ppm	31.88 ^{ab}	31.70 ^a	30.66 ^d	26.33 ^a	24.37 ^{abc}
	1,000 ppm	31.83 ^{ab}	30.58 ^a	27.12 ^{ab}	24.21 ^a	23.31 ^{ab}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 5.12 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b* ของลำไย

ทรีตเมนต์		ค่า b*				
		วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม		14.13 ^a	14.50 ^a	11.25 ^a	8.80 ^a	8.11 ^a
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	750 ppm	16.45 ^c	14.22 ^a	11.95 ^a	10.15 ^a	8.82 ^{abc}
	1,000 ppm	15.86 ^{dc}	14.43 ^a	11.69 ^a	10.06 ^a	10.65 ^{abc}
	1,250 ppm	15.24 ^{bcd}	14.57 ^a	11.59 ^a	10.22 ^a	8.10 ^a
	1,750 ppm	16.53 ^c	14.23 ^a	11.53 ^a	9.79 ^a	8.51 ^{ab}
	2,000 ppm	14.83 ^{abc}	13.32 ^a	11.05 ^a	10.35 ^a	8.48 ^{ab}
โพรพิลพาราเบน	150 ppm	14.48 ^{ab}	13.82 ^a	12.84 ^a	11.02 ^a	10.77 ^c
	250 ppm	15.64 ^{cde}	14.79 ^a	11.49 ^a	9.73 ^a	8.75 ^{abc}
	500 ppm	15.97 ^{dc}	14.12 ^a	12.62 ^a	10.31 ^a	9.84 ^{abc}
	750 ppm	15.18 ^{bcj}	14.23 ^a	12.84 ^a	10.22 ^a	9.40 ^{abc}
	1,000 ppm	15.11 ^{abcd}	13.32 ^a	11.17 ^a	10.35 ^a	8.84 ^{abc}

*ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่า a* ซึ่งแสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ แสดงดังตารางที่ 5.13 จากตารางพบว่าค่า a* ในทุกทรีตเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยค่า a* ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 4.54 – 6.79 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่า a* อยู่ระหว่าง 5.16 – 7.29 และพบว่าค่า a* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารละลายทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ตลอดเวลาของการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วันไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่า a^* ซึ่งแสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ แสดงดังตารางที่ 5.13 จากตารางพบว่าค่า a^* ในทุกทรีตเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยค่า a^* ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 4.54 – 6.79 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่า a^* อยู่ระหว่าง 5.16 – 7.29 และพบว่าค่า a^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารละลายทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ตลอดเวลาของการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วันไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.13 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a^* ของลำไย

ทรีตเมนต์		ค่า a^*				
		วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม		6.07 ^{bc}	6.61 ^a	6.44 ^d	6.80 ^a	6.66 ^{ab}
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	750 ppm	5.43 ^{abc}	5.82 ^a	6.07 ^{cd}	6.19 ^a	7.29 ^b
	1,000 ppm	6.79 ^c	5.58 ^a	4.79 ^{ab}	6.22 ^a	6.70 ^{ab}
	1,250 ppm	5.69 ^{abc}	6.31 ^a	5.82 ^{bcd}	6.30 ^a	5.95 ^{ab}
	1,750 ppm	4.87 ^{ab}	6.79 ^a	5.53 ^{bcd}	5.45 ^a	5.60 ^a
	2,000 ppm	4.54 ^a	6.46 ^a	6.53 ^d	6.14 ^a	5.53 ^a
โพรพิลพาราเบน	150 ppm	4.71 ^{ab}	5.45 ^a	5.08 ^{abc}	6.01 ^a	5.95 ^{ab}
	250 ppm	4.86 ^{ab}	5.12 ^a	4.21 ^a	6.25 ^a	6.44 ^{ab}
	500 ppm	5.96 ^{abc}	5.72 ^a	5.08 ^{abc}	5.64 ^a	6.03 ^{ab}
	750 ppm	4.70 ^{ab}	6.13 ^a	5.08 ^{abc}	5.74 ^a	5.16 ^a
	1,000 ppm	5.05 ^{ab}	5.37 ^a	6.53 ^d	6.19 ^a	6.11 ^{ab}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 5.14 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพพิลพาราเบน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า hue (H*) ของลำไย การวิเคราะห์ค่า hue angle ซึ่งแสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่า 0 องศา และแสดงค่าเป็นสีเหลืองเมื่อมีค่า 90 องศา จากตารางที่ 5.14 พบว่าค่า hue ทุกทรีตเมนต์มี แนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยค่า hue ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ใน ช่วง 76.97-85.11 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 55.59 - 67.58

ตารางที่ 5.14 ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพพิลพาราเบน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า hue (H*) ของลำไย

ทรีตเมนต์	ค่า H*				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม	85.07 ^b	80.01 ^b	66.18 ^a	59.77 ^a	55.59 ^a
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 750 ppm	81.33 ^{ab}	76.41 ^{ab}	71.09 ^{abc}	65.16 ^{ab}	60.55 ^{ab}
1000 ppm	76.97 ^a	71.99 ^a	71.64 ^{abc}	70.96 ^b	66.43 ^b
1250 ppm	81.02 ^{ab}	76.18 ^{ab}	68.86 ^{ab}	66.80 ^{ab}	58.37 ^{ab}
1750 ppm	84.68 ^b	77.72 ^b	66.11 ^a	67.14 ^{ab}	63.96 ^{ab}
2000 ppm	85.11 ^b	80.66 ^b	66.34 ^a	63.27 ^{ab}	60.24 ^{ab}
โพพิลพาราเบน 150 ppm	83.81 ^{ab}	79.11 ^{ab}	74.52 ^{bc}	72.50 ^b	67.58 ^b
250 ppm	84.53 ^a	79.69 ^b	73.34 ^{bc}	73.16 ^b	60.42 ^{ab}
500 ppm	79.56 ^{ab}	74.59 ^{ab}	76.86 ^c	71.01 ^b	66.03 ^b
750 ppm	84.73 ^b	79.67 ^b	75.17 ^c	70.52 ^b	64.91 ^{ab}
1000 ppm	81.76 ^{ab}	76.86 ^{ab}	71.49 ^{abc}	64.35 ^{ab}	61.14 ^{ab}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์ค่า chroma ซึ่งแสดงค่าความสดสีของสีที่ค่าความสว่างหนึ่งๆ หรือค่าความเข้มของสี ค่า chroma มีค่ามากแสดงถึงความเข้มของสีที่ปรากฏมากขึ้นด้วย จากตารางที่ 5.15 พบว่าค่า chroma ทุกทรีตเมนต์มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยค่า chroma ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 17.11 - 18.73 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 10.23 - 12.34 และพบว่าค่า chroma โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารละลาย ทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 5.15 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า chroma (C*) ของลำไย

ทรีตเมนต์		ค่า C*				
		วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม		18.16 ^a	15.81 ^{ab}	13.02 ^a	10.23 ^a	10.58 ^a
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 750 ppm		18.10 ^a	15.28 ^{ab}	13.33 ^a	11.82 ^a	10.23 ^a
1000 ppm		18.54 ^a	15.94 ^b	12.95 ^a	11.18 ^a	12.34 ^a
1250 ppm		18.18 ^a	15.65 ^{ab}	13.23 ^a	11.77 ^a	10.29 ^a
1750 ppm		18.31 ^a	15.53 ^{ab}	13.39 ^a	11.26 ^a	10.23 ^a
2000 ppm		18.73 ^a	15.14 ^{ab}	12.81 ^a	12.31 ^a	10.60 ^a
โพพิลพาราเบน 150 ppm		17.41 ^a	14.61 ^{ab}	13.95 ^a	12.13 ^a	8.34 ^a
250 ppm		18.36 ^a	15.57 ^{ab}	12.59 ^a	10.63 ^a	10.80 ^a
500 ppm		18.14 ^a	15.05 ^{ab}	13.97 ^a	11.50 ^a	11.42 ^a
750 ppm		17.90 ^a	14.99 ^{ab}	14.24 ^a	11.42 ^a	11.02 ^a
1000 ppm		17.11 ^a	14.27 ^a	12.39 ^a	10.38 ^a	10.80 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณณัยเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้แก่โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโพพิลพาราเบนที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ จะเห็นได้ว่าการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ดีกว่าการใช้สารละลายโพพิลพาราเบน โดยสังเกตจากปริมาณการเน่าเสียของลำไยที่มีแนวโน้มต่ำกว่าตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาและเมื่อความเข้มข้นของสารละลายนี้เพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงคัดเลือกสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 2,000 ppm เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

5.2.1.2 การใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือก

1) การเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว

การทดลองใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของ

ผลลำไยโดยใช้สาร hexylresorcinol (ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05) N-acetyl-L-cysteine (ความเข้มข้น 5 15 25 35 และ 45 mM) กรดซิตริก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5) และกรดแอสคอร์บิก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.25 0.05 0.75 1.0 และ 1.25) ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* ของลำไยแสดงดังตารางที่ 5.16 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ค่า L^* ของลำไยโดยส่วนใหญ่ที่จุ่มในสารละลายชนิดและความเข้มข้นต่างๆ ในกลุ่มนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 28.40 – 55.17 และมีแนวโน้มลดลงตลอดเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่ามีค่า L^* อยู่ระหว่าง 22.89 – 48.39 และพบว่าสารละลาย N-acetyl-L-cysteine ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ มีแนวโน้มในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกของลำไยได้ดีกว่าสารละลายกรดซิตริก hexylresorcinol และสารละลายกรดแอสคอร์บิกโดยสังเกตจากค่า L^* ในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษาที่มีค่า L^* โดยส่วนใหญ่สูงกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า L^* ของลำไยชุดควบคุมพบว่าการใช้สารละลาย N-acetyl-L-cysteine มีแนวโน้มในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกได้ โดยค่า L^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารนี้ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามีค่าสูงกว่าค่า L^* ของลำไยชุดควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) การที่ cysteine สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent) และป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ (Dorantes-Alveraz and Chiralt, 2000)

การใช้สารละลายกรดซิตริก hexylresorcinol และสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ในการจุ่มลำไยพบว่าค่า L^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยในวันที่ 2 4 และ 6 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างจากค่า L^* ของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$) โดยทั่วไปกรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกให้ผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่มีสาเหตุมาจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ได้โดยกรดซิตริกจะรวมตัวกับอ็อกซิโทงแดงที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ดังกล่าวทำให้ไม่สามารถทำงานได้และกรดแอสคอร์บิกจะทำหน้าที่รีดิวซ์สารควิโนน (quinones) กลับไปเป็นสารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) ก่อนที่จะเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นรงควัตถุสีน้ำตาล (Wiley, 1994) อย่างไรก็ตามการที่กรดแอสคอร์บิกสลายตัวง่าย และเปลี่ยนแปลงโดยถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก (dehydroascorbic acid) จะทำให้เกิดการสะสมของสารควิโนนและเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดสารสีน้ำตาลได้ในที่สุด ในส่วนของสาร hexylresorcinol นั้นเป็นสารเคมีที่เริ่มเป็นที่นิยมใช้เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยเฉพาะในผักและผลไม้สดตัดแต่งหรือแปรรูปเล็กน้อย (minimally processed fruits and vegetables) โดยสารนี้จะทำปฏิกิริยาโดยตรงกับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ทำให้ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ นอกจากนั้นยังไม่มีคุณสมบัติการฟอกสี (McEvily et al., 1992) อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองนี้พบว่าการใช้สารละลายกรดซิตริก hexylresorcinol

และสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ในการจุ่มลำไยไม่ให้ผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของลำไย

ตารางที่ 5.16 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า L* ของลำไย

พรีคเมนต์		ค่า L*			
		วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม		32.80 ^a	30.47 ^{abc}	26.11 ^{ab}	29.75 ^{ab}
hexylresorcinol ร้อยละ	0.01	31.89 ^a	32.07 ^{bcd}	27.28 ^{abcde}	41.76 ^{ab}
	0.02	28.40 ^a	30.06 ^{ab}	28.71 ^{bcd}	24.89 ^a
	0.03	30.17 ^a	31.81 ^{abcd}	26.61 ^{abcd}	22.89 ^a
	0.04	31.04 ^a	30.86 ^{abcd}	27.09 ^{abcd}	26.92 ^a
	0.05	30.07 ^a	32.01 ^{bcd}	26.11 ^{ab}	25.21 ^a
N-acetyl-L-cysteine	5 mM	33.65 ^a	32.12 ^{bcd}	31.65 ^{ghi}	29.61 ^{ab}
	15 mM	33.65 ^a	33.07 ^{cd}	33.70 ⁱ	30.00 ^{ab}
	25 mM	33.48 ^a	33.16 ^{cd}	32.07 ^{ghi}	31.52 ^{ab}
	35 mM	32.89 ^a	31.44 ^{abcd}	30.14 ^{efgh}	30.80 ^{ab}
	45 mM	34.33 ^a	33.54 ^d	32.27 ^{hi}	31.76 ^{ab}
กรดซิตริก ร้อยละ	0.5	32.87 ^a	31.58 ^{abcd}	25.63 ^a	25.63 ^a
	1.0	32.44 ^a	30.66 ^{abc}	26.12 ^{ab}	26.12 ^a
	1.5	33.51 ^a	29.12 ^a	26.56 ^{abcd}	26.56 ^a
	2.0	33.05 ^a	31.91 ^{bcd}	27.01 ^{abcd}	27.01 ^a
	2.5	31.81 ^a	30.79 ^{abcd}	26.27 ^{abc}	26.27 ^a
กรดแอสคอร์บิก ร้อยละ	0.25	55.17 ^b	32.06 ^{bcd}	28.41 ^{abcde}	48.39 ^b
	0.50	35.55 ^a	30.18 ^{ab}	27.80 ^{abcde}	23.46 ^a
	0.75	34.15 ^a	32.14 ^{bcd}	28.07 ^{abcde}	23.99 ^a
	1.00	34.21 ^a	32.76 ^{bcd}	29.13 ^{def}	24.91 ^a
	1.25	35.02 ^a	31.56 ^{abcd}	29.46 ^{defg}	25.11 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

ในส่วนของค่า b^* ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.17 จากตารางพบว่าเมื่อจุ่มลำไยในสารละลาย hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine สารละลายกรดซิตริกและสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ค่า b^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายต่างๆ ในกลุ่มนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 13.76 – 17.32 และมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงของการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า b^* อยู่ระหว่าง 7.74 – 14.89 เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างค่า b^* ของลำไยชุดควบคุมและค่า b^* ของลำไยที่จุ่มสารละลาย N-acetyl-L-cysteine ทุกระดับความเข้มข้นพบว่าค่า b^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารดังกล่าวสูงกว่าค่า b^* ของลำไยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งหมายความว่าสารเคมีนี้สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกลำไยได้โดยลำไยมีสีเหลืองมากกว่าและเมื่อใช้สาร N-acetyl-L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นพบว่ามีความสามารถในการยับยั้งการเกิด สีน้ำตาลเพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากค่า b^* ของลำไยที่จุ่มสารนี้ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ค่า b^* ของลำไยที่จุ่มสารละลายกรดแอสคอร์บิกพบว่าค่า b^* โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่า b^* ของลำไยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉพาะวันที่ 0 ที่เริ่มต้นทดลองเท่านั้น แต่เมื่อเก็บรักษาลำไยไว้เป็นเวลา 2 4 และ 6 วัน พบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากค่า b^* ของลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากจากการที่กรดแอสคอร์บิกเกิดการสลายตัวไปเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกซึ่งที่ได้กล่าวมาแล้วทำให้ไม่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้

การใช้สารละลาย hexylresorcinol และสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ในการจุ่มลำไย พบว่าให้ค่า b^* ที่ใกล้เคียงกันในแต่ละวันของการเก็บรักษาลำไยและไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า b^* ของลำไยที่จุ่มสารละลายทั้งสองชนิดดังกล่าวกับค่า b^* ของลำไยชุดควบคุมพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ตลอดเวลาของการเก็บรักษา

ค่า a^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลาย hexylresorcinol สารละลาย N-acetyl-L-cysteine สารละลายกรดซิตริกและสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5.18 จากตารางพบว่ามีความเพิ่มขึ้นในทุกทิศทางที่ทดลองเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่า a^* อยู่ระหว่าง 2.56 – 5.81 และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่า a^* อยู่ระหว่าง 5.10 – 6.93 และพบว่าการใช้สารละลาย N-acetyl-L-cysteine ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ มีแนวโน้มในการชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวเปลือกของลำไยได้ โดยสังเกตจากค่า a^* ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่า a^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายอื่นๆ รวมทั้งลำไยชุดควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

การใช้สารละลาย hexylresorcinol สารละลายกรดซิตริกและสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ในการจุ่มลำไย พบว่าให้ค่า a^* โดยส่วนใหญ่ใกล้เคียงกันในแต่ละวันของการเก็บรักษาลำไยและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบค่า a^* ของลำไยที่จุ่มสารละลายทั้งสามชนิดดังกล่าวกับค่า a^* ของลำไยชุดควบคุมพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) ตลอดเวลาของการเก็บรักษา

ตารางที่ 5.17 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b^* ของลำไย

พรีติเมนต์		ค่า b^*			
		วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม		14.28 ^a	13.27 ^{ab}	10.99 ^a	10.29 ^b
hexylresorcinol ร้อยละ	0.01	14.83 ^{ab}	14.32 ^{abcdef}	11.17 ^a	10.10 ^b
	0.02	13.84 ^a	12.63 ^a	11.83 ^{ab}	10.08 ^b
	0.03	13.82 ^a	13.62 ^{abc}	10.69 ^a	8.87 ^{ab}
	0.04	13.81 ^a	12.56 ^a	11.38 ^a	10.68 ^b
	0.05	13.76 ^a	13.25 ^{ab}	10.58 ^a	9.72 ^{ab}
N-acetyl-L-cysteine	5 mM	15.86 ^{bc}	14.90 ^{bcdef}	14.84 ^{cd}	13.41 ^c
	15 mM	16.04 ^{bc}	15.89 ^{ef}	15.69 ^d	13.79 ^c
	25 mM	16.77 ^c	15.98 ^f	14.99 ^{cd}	14.89 ^c
	35 mM	16.09 ^{bc}	15.00 ^{bcdcf}	13.59 ^{bc}	14.71 ^c
	45 mM	17.03 ^c	15.75 ^{def}	14.37 ^{cd}	14.86 ^c
กรดซิตริก ร้อยละ	0.5	14.72 ^{ab}	13.91 ^{abc}	10.43 ^a	9.45 ^{ab}
	1.0	14.19 ^a	13.71 ^{abc}	10.50 ^a	9.01 ^{ab}
	1.5	15.06 ^{ab}	12.69 ^a	11.00 ^a	9.93 ^b
	2.0	14.75 ^{ab}	14.13 ^{abcde}	11.55 ^a	8.96 ^{ab}
	2.5	13.79 ^a	13.28 ^{ab}	11.11 ^a	10.29 ^b
กรดแอสคอร์บิก ร้อยละ	0.25	17.32 ^c	14.08 ^{abcd}	11.88 ^{ab}	9.43 ^{ab}
	0.50	16.89 ^c	12.96 ^a	11.38 ^a	7.74 ^a
	0.75	16.16 ^{bc}	14.25 ^{abcdef}	11.73 ^a	9.17 ^{ab}
	1.00	14.28 ^a	15.39 ^{cdef}	12.28 ^{ab}	10.38 ^b
	1.25	16.55 ^c	13.88 ^{abc}	12.37 ^{ab}	10.15 ^b

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณนัยเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 5.18 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิดริกและกรดแอสคอร์บิกที่
ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a* ของลำไย

พรีดเม้นต์			ค่า a*			
			วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม			4.10 ^{abc}	4.64 ^{abcd}	5.63 ^{bcdef}	6.01 ^{abc}
hexylresorcinol	ร้อยละ	0.01	3.73 ^{ab}	5.25 ^{cde}	5.77 ^{bcdef}	6.59 ^{abc}
		0.02	4.51 ^{bc}	4.71 ^{bcde}	5.27 ^{abcdef}	6.09 ^{abc}
		0.03	4.14 ^{abc}	4.31 ^{abcde}	5.90 ^{def}	6.30 ^{abc}
		0.04	2.56 ^a	4.45 ^{abcde}	5.63 ^{bcdef}	6.80 ^{bc}
		0.05	3.45 ^{ab}	4.45 ^{abcde}	6.39 ^f	6.48 ^{abc}
N-acetyl-L-cysteine		5 mM	5.29 ^{bc}	5.53 ^{dc}	4.46 ^{ab}	5.26 ^{ab}
		15 mM	3.78 ^{ab}	3.45 ^a	4.73 ^{abcde}	5.50 ^{abc}
		25 mM	5.04 ^{bc}	5.56 ^c	4.69 ^{abcd}	5.52 ^{abc}
		35 mM	4.63 ^{bc}	4.41 ^{abcde}	5.18 ^{abcdef}	5.52 ^{abc}
		45 mM	4.10 ^{abc}	4.02 ^{abc}	4.51 ^{abc}	5.10 ^a
กรดซิดริก	ร้อยละ	0.5	4.21 ^{abc}	4.94 ^{bcde}	5.94 ^{def}	6.11 ^{abc}
		1.0	3.84 ^{ab}	4.52 ^{abcde}	5.79 ^{cdef}	6.29 ^{abc}
		1.5	3.51 ^{ab}	4.46 ^{abcde}	5.10 ^{abcdef}	6.25 ^{abc}
		2.0	3.46 ^{ab}	4.53 ^{abcde}	4.85 ^{abcde}	6.13 ^{abc}
		2.5	3.75 ^{ab}	4.48 ^{abcde}	6.02 ^{cf}	6.72 ^{bc}
กรดแอสคอร์บิก	ร้อยละ	0.25	3.53 ^{ab}	4.80 ^{bcde}	5.03 ^{abcde}	6.25 ^{abc}
		0.50	4.20 ^{abc}	4.64 ^{abcde}	5.27 ^{abcdef}	6.93 ^c
		0.75	5.81 ^d	4.96 ^{bcde}	4.06 ^a	6.82 ^{bc}
		1.00	4.35 ^{abc}	4.29 ^{abcd}	4.91 ^{abcde}	5.96 ^{abc}
		1.25	4.64 ^{bc}	3.84 ^{ab}	5.15 ^{abcdef}	5.90 ^{abc}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5.19 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า hue (H*) ของลำไย

พรีติเมนต์	ค่า H*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	73.94 ^{abcd}	70.97 ^{abc}	62.44 ^{abcd}	59.70 ^{bc}
hexylresorcinol ร้อยละ 0.01	75.94 ^{abcd}	69.73 ^{abc}	62.67 ^{abcd}	56.87 ^{ab}
0.02	71.96 ^{abcd}	69.23 ^{ab}	65.67 ^{abcd}	58.92 ^{bc}
0.03	73.32 ^{abcd}	72.70 ^{abc}	61.01 ^{bcdef}	54.88 ^{ab}
0.04	73.32 ^{abcd}	70.51 ^{ab}	63.24 ^{abcd}	57.49 ^{ab}
0.05	79.50 ^d	71.42 ^{abc}	58.90 ⁺	56.38 ^{ab}
N-acetyl-L-cysteine 5 mM	71.51 ^{ab}	69.62 ^{ab}	73.22 ^{fg}	68.49 ^d
15 mM	76.67 ^{bcd}	77.71 ^d	73.24 ^{fg}	68.21 ^d
25 mM	73.21 ^{abcd}	70.71 ^{abc}	75.50 ^g	69.52 ^d
35 mM	73.92 ^{abcd}	73.61 ^{abcd}	69.11 ^{def}	69.39 ^d
45 mM	76.45 ^{abcd}	75.71 ^{cd}	72.60 ^{fg}	71.01 ^d
กรดซิตริก ร้อยละ 0.5	74.13 ^{abcd}	70.32 ^{ab}	60.35 ^{ab}	57.13 ^{ab}
1.0	74.86 ^{abcd}	71.62 ^{abc}	61.18 ^{abc}	55.09 ^{ab}
1.5	76.86 ^{bcd}	70.70 ^{abc}	64.78 ^{abcde}	58.01 ^b
2.0	76.84 ^{bcd}	72.20 ^{abc}	67.29 ^{cdfg}	55.70 ^{ab}
2.5	74.88 ^{abcd}	71.27 ^{abc}	61.44 ^{abc}	56.93 ^{ab}
กรดแอสคอร์บิก ร้อยละ 0.25	78.52 ^{cd}	71.24 ^{abc}	66.97 ^{bcdcf}	56.46 ^{ab}
0.50	72.22 ^{abc}	70.28 ^{ab}	65.18 ^{abcde}	49.83 ^a
0.75	70.16 ^a	70.85 ^{abc}	70.95 ^{cifg}	53.47 ^{ab}
1.00	75.63 ^{abcd}	74.31 ^{abc}	68.19 ^{def}	60.14 ^{bc}
1.25	74.44 ^{abcd}	74.52 ^{abcd}	67.39 ^{def}	65.89 ^{cd}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5.20 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า chroma (C*) ของลำไย

ชนิดผลไม้	ค่า C*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	14.89 ^a	14.08 ^{abc}	12.35 ^a	11.92 ^{ab}
hexylresorcinol ร้อยละ 0.01	15.30 ^{ab}	15.26 ^{abc}	12.56 ^a	12.09 ^{ab}
0.02	14.55 ^a	13.48 ^{ab}	12.95 ^{ab}	11.78 ^{ab}
0.03	14.43 ^a	14.25 ^{abcd}	12.21 ^a	10.91 ^{ab}
0.04	14.06 ^a	13.35 ^a	12.74 ^a	12.67 ^b
0.05	14.08 ^d	13.98 ^{abc}	12.36 ^a	11.68 ^{ab}
N-acetyl-L-cysteine 5 mM	16.73 ^{cd}	15.90 ^{def}	15.50 ^{cd}	14.40 ^c
15 mM	16.49 ^{bcd}	16.26 ^{ef}	16.39 ^d	14.85 ^c
25 mM	17.49 ^d	16.94 ^f	15.71 ^{cd}	14.88 ^c
35 mM	16.37 ^{cd}	15.64 ^{cdef}	14.55 ^{bc}	15.73 ^c
45 mM	17.35 ^d	16.26 ^{ef}	15.06 ^{cd}	15.71 ^c
กรดซิตริก ร้อยละ 0.5	15.36 ^{ab}	14.76 ^{abcde}	11.82 ^a	11.25 ^{ab}
1.0	14.79 ^a	14.46 ^{abcd}	12.00 ^a	10.99 ^{ab}
1.5	15.46 ^{abc}	13.64 ^{ab}	12.19 ^a	11.74 ^{ab}
2.0	15.19 ^{ab}	14.84 ^{abcde}	12.53 ^a	10.89 ^{ab}
2.5	14.31 ^a	14.02 ^{abc}	12.73 ^a	12.29 ^{ab}
กรดแอสคอร์บิก ร้อยละ 0.25	17.69 ^d	14.88 ^{abcde}	12.90 ^{ab}	11.31 ^{ab}
0.50	17.44 ^d	13.78 ^{ab}	12.54 ^a	10.63 ^a
0.75	17.22 ^d	15.09 ^{abcde}	12.41 ^a	11.44 ^{ab}
1.00	17.55 ^d	15.98 ^{def}	13.22 ^{ab}	11.97 ^{ab}
1.25	17.19 ^d	14.40 ^{abcd}	13.40 ^{ab}	11.75 ^{ab}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ (p<0.05)

ในส่วนของค่า hue ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.19 จากตารางพบว่าเมื่อจุ่มลำไยในสารละลาย hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine สารละลายกรดซิตริกและสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ค่า hue ของลำไยที่จุ่มในสารละลายต่างๆ ในกลุ่มนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 70.16 – 79.50 และมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงของการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า hue อยู่ระหว่าง 49.83 – 70.01 เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างค่า hue ของลำไยชุดควบคุมและค่า hue ของลำไยที่จุ่มสารละลาย N-acetyl-L-cysteine ทุกระดับความเข้มข้นพบว่าค่า hue ของลำไยที่จุ่มสารดังกล่าวสูงกว่าค่า hue ของลำไยชุดควบคุมและสารละลายชนิดอื่นจากการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งหมายความว่าสารเคมีนี้สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกลำไยได้โดยลำไยมีสีเหลืองมากกว่าและเมื่อใช้สาร N-acetyl-L-cysteine ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองค่า b^* ของลำไยที่จุ่มสารเคมีชนิดนี้

ค่า chroma ของลำไยที่จุ่มในสารละลาย hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine สารละลายกรดซิตริกและสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ จากตารางที่ 5.20 พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ค่า chroma ของลำไยที่จุ่มในสารละลายต่างๆ ในกลุ่มนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 14.06 – 17.69 และมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงของการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า chroma อยู่ระหว่าง 10.63 – 15.73 เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างค่า chroma ของลำไยชุดควบคุม และค่า chroma ของลำไยที่จุ่มสารละลายชนิดอื่นๆในการทดลอง พบว่าค่า chroma ของลำไยที่จุ่มสาร N-acetyl-L-cysteine ทุกระดับความเข้มข้นมีค่า chroma สูงกว่าของลำไยชุดควบคุมและสารเคมีชนิดอื่นๆที่ใช้ในการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งหมายความว่าสารเคมีชนิดนี้สามารถให้ความเข้มของสีหรือความสว่างของสีมากกว่าสารชนิดอื่นๆจากการทดลองดังกล่าว

2) ร้อยละของการเน่าเสีย

การใช้กลุ่มสารที่มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของผลลำไย ได้แก่ hexylresorcinol (ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05) N-acetyl-L-cysteine (ความเข้มข้น 5 15 25 35 และ 45 mM) กรดซิตริก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5) และกรดแอสคอร์บิก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.25 0.05 0.75 1.0 และ 1.25) ต่อปริมาณการเน่าเสียของลำไยแสดงดังตารางที่ 5.21 จากตารางหลังจากเก็บรักษาลำไยไว้เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในการทดลองนี้ใช้สารละลาย

hexylresorcinol ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการจุ่มลำไยและผลจากการทดลองอาจกล่าวได้ว่า สารชนิดนี้ไม่แสดงผลในการยับยั้งการเน่าเสียแต่มีรายงานว่าการใช้สาร substituted resorcinols เช่น 2-n-hexyl-1,3-dihydroxybenzene ให้ผลในการยับยั้ง *Pseudomonas* sp. และเชื้อในกลุ่ม dermatophyte หลายชนิด และสาร 4-hexylresorcinol (4-hexyl-1,3-dihydroxybenzene) ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราบางชนิด (selectively inhibits fungi) เช่น *Trichophyton* *Sporotrichum* *Microsporium* และ *Epiderphyton* และยังสามารถยับยั้ง *Aspergillus niger* *Penicillium simplicissimum* *Trichothecium roseum* และเชื้อในกลุ่ม dermatophyte บางชนิดได้ (Riess, 1989) การที่สาร hexylresorcinol ไม่ให้ผลในการยับยั้งการเน่าเสียของลำไยอาจเนื่องมาลำไยมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงและสารนี้อาจไม่สามารถยับยั้งกลุ่มเชื้อที่เป็นสาเหตุหลักของการเน่าเสียได้

Wiley (1994) รายงานว่ากรดซิตริกสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้เนื่องจากมีคุณสมบัติการเป็นสารจับกับไอออนของโลหะที่จำเป็นต่อการเจริญ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำโลหะดังกล่าวไปใช้ได้ อย่างไรก็ตามผลจากการใช้กรดซิตริกที่ความเข้มข้นสูงระดับหนึ่งจะทำให้ค่า pH ลดต่ำลงและมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ในส่วนผลการทดลองใช้สารละลายกรดซิตริก สาร N-acetyl-L-cysteine และสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ พบว่าไม่มีผลในการยับยั้งการเน่าเสียของลำไยทั้งนี้อาจมีสาเหตุเช่นเดียวกับการใช้สาร hexylresorcinol ดังที่กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 5.21 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิทริกและกรดแอสคอร์บิกที่
ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อปริมาณการเน่าเสียของลำไย

ทรีตเมนต์		ร้อยละของการเน่าเสีย		
		วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม		0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
hexylresorcinol ร้อยละ	0.01	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	0.02	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	0.03	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	0.04	0.00 ^a	1.08 ^a	1.08 ^a
	0.05	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
N-acetyl-L-cysteine	5 mM	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	18 mM	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	28 mM	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	38 mM	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	45 mM	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
กรดซิทริก ร้อยละ	0.5	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	1.0	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	1.5	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	2.0	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	2.5	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
กรดแอสคอร์บิก ร้อยละ	0.25	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	0.50	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	0.75	0.00 ^a	0.00 ^a	1.15 ^a
	1.00	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
	1.25	0.93 ^a	2.86 ^a	2.86 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

3) ร้อยละการร่วงของผล

การใช้สารเคมีกลุ่มที่มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของผลลำไย ได้แก่ hexylresorcinol (ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05) N-acetyl-L-cysteine (ความเข้มข้น 5 15 25 35 และ 45 mM) กรดซิตริก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5) และกรดแอสคอร์บิก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.25 0.05 0.75 1.0 และ 1.25) ต่อการปริมาณการร่วงของลำไย ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.22 จากตารางพบว่าปริมาณการร่วงของผลลำไยเมื่อนำจุ่มสารละลายดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันและเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละการร่วงของผลอยู่ระหว่าง 1.07 – 6.34 โดยลำไยที่จุ่มสารละลายทั้ง 4 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่ามีค่าร้อยละการร่วงของผลไม่แตกต่างจากค่าร้อยละการร่วงของผลของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$) และผลการทดลองที่ได้นี้สอดคล้องกับปริมาณการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 5.22 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิดริกและกรดแอสคอร์บิกที่
ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการร่วงของลำไย

ทรีตเมนต์		ร้อยละของการร่วงของลำไย		
		วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม		1.83 ^a	3.58 ^a	4.46 ^a
hexylresorcinol	ร้อยละ 0.01	3.03 ^a	4.04 ^a	6.06 ^a
	0.02	1.07 ^a	1.07 ^a	1.07 ^a
	0.03	1.15 ^a	1.15 ^a	5.79 ^a
	0.04	1.07 ^a	1.07 ^a	2.15 ^a
	0.05	0.00 ^a	5.23 ^a	6.34 ^a
N-acetyl-L-cysteine	5 mM	0.00 ^a	2.31 ^a	2.31 ^a
	19 mM	2.08 ^a	2.02 ^a	3.03 ^a
	29 mM	3.51 ^a	1.23 ^a	3.12 ^a
	39 mM	1.01 ^a	2.08 ^a	4.10 ^a
	45 mM	2.38 ^a	2.38 ^a	4.68 ^a
กรดซิดริก	ร้อยละ 0.5	2.08 ^a	2.08 ^a	3.09 ^a
	1.0	3.12 ^a	3.12 ^a	3.12 ^a
	1.5	0.00 ^a	0.00 ^a	2.15 ^a
	2.0	0.00 ^a	0.00 ^a	1.11 ^a
	2.5	0.00 ^a	1.01 ^a	1.99 ^a
กรดแอสคอร์บิก	ร้อยละ 0.25	0.00 ^a	0.00 ^a	3.33 ^a
	0.50	4.30 ^a	3.29 ^a	5.52 ^a
	0.75	4.17 ^a	4.17 ^a	4.17 ^a
	1.00	1.04 ^a	1.04 ^a	3.42 ^a
	1.25	0.00 ^a	1.93 ^a	1.93 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณคม์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

4) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก

การใช้สารเคมีที่มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือก ได้แก่ hexylresorcinol (ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05) N-acetyl-L-cysteine (ความเข้มข้น 5 15 25 35 และ 45 mM) กรดซิตริก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5) และกรดแอสคอร์บิก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.25 0.05 0.75 1.0 และ 1.25) ที่มีผลต่อปริมาณการสูญเสีย น้ำหนักของลำไย ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.19 จากตารางพบว่าค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักเมื่อเก็บรักษาลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 1.18 – 9.34 และไม่มีความแตกต่างจากค่าร้อยละของน้ำหนักที่ สูญเสียของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$) จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่าการใช้สารเคมีในกลุ่มนี้ไม่มี ผลต่อการสูญเสียความชื้นของลำไย

จากผลการใช้สารเคมีกลุ่มที่มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของผลลำไย ได้แก่ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นระดับ ต่างๆ พบว่าสารเคมีที่ให้ผลดีที่สุดในกลุ่มคือ N-acetyl-L-cysteine ซึ่งเห็นได้จากผลการใช้ สารละลายดังกล่าวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* และ ค่า b^* ของเปลือกนอกของผลลำไยระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน โดยชี้ให้เห็นว่ามีแนวโน้มในการชะลอ การเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลได้เนื่องจากค่า L^* b^* H^* และ C^* มีค่าสูงกว่าค่าของลำไยที่ใช้สาร ละลายชนิดอื่นๆ ในวันเดียวกันและเมื่อเก็บรักษาลำไยเป็นเวลา 6 วันซึ่งเป็นระยะเน่าเสียในขั้นสุด ท้ายในทุกพารามิเตอร์พบว่าค่าดังกล่าวทั้งสองไม่มีความแตกต่างจากค่าอื่นๆ ($p>0.05$) และเมื่อ พิจารณาค่า L^* b^* H^* และ C^* ของเปลือกนอกลำไยที่ใช้สารละลาย N-acetyl-L-cysteine พบว่า การใช้สารละลายดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นไปให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้สารละลายที่ความ เข้มข้นระดับต่ำ โดยสังเกตจากค่า L^* b^* H^* และ C^* ที่เวลาการเก็บรักษาต่างๆ โดยส่วนใหญ่ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงคัดเลือกสารละลาย N-acetyl-L-cysteine ที่ระดับ ความเข้มข้น 5 mM เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 5.23 ผลของ hexylresorcinol N-acetyl-L-cysteine กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย

พรีตเมนต์			ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของลำไย		
			วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม			3.55 ^{abc}	4.81 ^{abc}	6.90 ^{abcd}
hexylresorcinol	ร้อยละ	0.01	1.58 ^a	5.07 ^{abc}	7.07 ^{abcd}
		0.02	4.32 ^{abc}	5.64 ^{abc}	7.57 ^{abcd}
		0.03	4.32 ^{abc}	4.97 ^{abc}	7.56 ^{abcd}
		0.04	4.08 ^{abc}	5.29 ^{abc}	7.60 ^{abcd}
		0.05	4.52 ^{abc}	7.62 ^c	9.34 ^d
N-acetyl-L-cysteine		5 mM	2.48 ^{ab}	4.67 ^{ab}	4.23 ^{abc}
		20 mM	2.66 ^{ab}	3.21 ^a	5.39 ^{abcd}
		30 mM	5.87 ^c	4.10 ^{ab}	6.67 ^{abcd}
		40 mM	3.30 ^{abc}	4.15 ^{ab}	3.70 ^a
		45 mM	2.67 ^{ab}	3.02 ^a	3.85 ^{ab}
กรดซิตริก	ร้อยละ	0.5	4.30 ^{abc}	5.54 ^{abc}	8.56 ^d
		1.0	3.97 ^{abc}	6.50 ^{bc}	7.90 ^{bcd}
		1.5	4.92 ^{bc}	6.89 ^{bc}	8.64 ^d
		2.0	3.03 ^{abc}	6.47 ^{bc}	7.33 ^{abcd}
		2.5	3.78 ^{abc}	4.91 ^{abc}	6.98 ^{abcd}
กรดแอสคอร์บิก	ร้อยละ	0.25	3.61 ^{abc}	5.35 ^{abc}	8.02 ^{cd}
		0.50	3.65 ^{abc}	5.36 ^{abc}	6.69 ^{abcd}
		0.75	3.59 ^{abc}	5.06 ^{abc}	6.69 ^{abcd}
		1.00	4.48 ^{abc}	6.71 ^{bc}	6.54 ^{abcd}
		1.25	3.93 ^{abc}	5.56 ^{abc}	8.20 ^{cd}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

5.2.1.3 การใช้สารเคมีในการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขั้วลำไย

1) ร้อยละการร่วงของผล

ผลจากการทดลองใช้สารเคมีที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับขั้วลำไยได้แก่แคลเซียมคลอไรด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 0.5 0.7 1.0 และ 1.2) ต่อปริมาณการร่วงของผล แสดงในตารางที่ 5.24 จากตารางพบว่าค่าร้อยละการร่วงของผลเมื่อจุ่มสารละลายดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 2.05 – 8.40 และผล การทดลองโดยส่วนใหญ่พบว่าการใช้สารละลายดังกล่าวมีแนวโน้มในการเพิ่มความแข็งแรงให้กับ ขั้วลำไยได้เนื่องจากมีค่าร้อยละการร่วงของผลต่ำกว่าค่าร้อยละการร่วงของผลของลำไยชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียมไอออนในสารละลายไปทำปฏิกิริยากับกรดเพคติกในผนังเซลล์ของพืช ทำให้ เกิดเป็นสารแคลเซียมเพคเตต (calcium pectate) เชื่อมระหว่างผนังเซลล์ จึงช่วยเพิ่มความแข็งแรง ของผนังเซลล์มากขึ้น (Poovaiah, 1986) เมื่อความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นพบว่า แนวโน้มของปริมาณการร่วงของผลมีค่าลดลงแต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าร้อยละการร่วง ของผลลำไยที่จุ่มสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่แตกต่างจากค่าร้อยละ การร่วงของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.24 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณการร่วงของผลลำไย

ทรีตเมนต์	ร้อยละการร่วงของผลลำไย		
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	1.83 ^a	3.58 ^a	4.46 ^a
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	1.07 ^a	2.05 ^a	2.05 ^a
0.5	2.11 ^a	5.24 ^a	8.40 ^a
0.7	2.18 ^a	6.52 ^a	7.50 ^a
1.0	1.11 ^a	2.09 ^a	3.20 ^a
1.2	0.00 ^a	1.01 ^a	3.13 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

2) ร้อยละของการเน่าเสีย

การใช้สารเคมีที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับขั้วลำไย ได้แก่แคลเซียมคลอไรด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 0.5 0.7 1.0 และ 1.2) ที่มีผลต่อการเน่าเสียของลำไย แสดงดังตารางที่ 5.25 จากตารางพบว่าร้อยละของการเน่าเสีย เมื่อเก็บรักษาลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 1.07 มีรายงานว่าแคลเซียมคลอไรด์นอกจากช่วยรักษาเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้แล้ว ยังสามารถลดการเน่าเสียได้ โดยแคลเซียมมีผลทำให้เนื้อเยื่อของพืชทนทานต่อการเน่าเสีย โดยอิออนแคลเซียมจับกับเพคตินในผนังเซลล์ซึ่งจะเชื่อมกรดเพคติกที่อยู่ติดกันหรือเชื่อมกรดเพคติกกับสารโพลีแซคคาไรด์อื่นๆ ทำให้ผนังเซลล์ทนต่อการย่อยของเอนไซม์เพคโตไลติก (pectolytic enzyme) ซึ่งสร้างจากจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียเพื่อย่อยสลายเนื้อเยื่อพืชให้อ่อนนุ่มลง (Conway et al, 1994) อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ไม่ให้ผลในการยับยั้งการเน่าเสียของลำไย โดยค่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวไม่มีความแตกต่างจากค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.25 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณการเน่าเสียของลำไย

ทรีตเมนต์	ร้อยละการเน่าเสียของลำไย		
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
0.5	0.00 ^a	0.00 ^a	1.04 ^a
0.7	0.00 ^a	0.00 ^a	1.07 ^a
1.0	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
1.2	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

3) การเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว

การทดลองใช้สารเคมีที่มีผลในการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขั้วลำไย โดยการจุ่มลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 0.5 0.7 1.0 และ 1.2 ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* แสดงดังตารางที่ 5.26 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ค่า L^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายดังกล่าว มีค่าอยู่ระหว่าง 30.53 – 33.00 และมีแนวโน้มลดลงในทุกทริตเมนต์ตลอดเวลาของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นซึ่งหมายถึงการเกิดสีคล้ำที่เพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่า ค่า L^* มีค่าอยู่ระหว่าง 26.47 – 29.75 อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่า L^* ของลำไยในแต่ละทริตเมนต์ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ในการทดลองนี้ มีแนวโน้มทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นแต่ค่า L^* ที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างจากค่า L^* ของลำไยชุดควบคุม ที่เป็นเช่นนี้มีสาเหตุมาจากการที่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีฤทธิ์เป็นด่างและเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้ค่า pH สูงขึ้นและทำให้มีสภาพเหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลที่เปลือกของลำไยเช่นเดียวกับการทดลองของ กัลยา (2540) และพัฒนชัย (2545) ที่ใช้สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างในการทดลองกับลำไยและพบว่าเกิด สีน้ำตาลเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5.26 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า L^* ของลำไย

ทริตเมนต์	ค่า L^*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	32.80 ^a	30.47 ^a	26.11 ^a	29.75 ^a
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	32.26 ^a	31.00 ^a	27.31 ^a	27.31 ^a
0.5	30.92 ^a	30.30 ^a	27.02 ^a	27.02 ^a
0.7	31.27 ^a	30.39 ^a	28.52 ^a	28.52 ^a
1.0	30.53 ^a	30.22 ^a	26.56 ^a	26.56 ^a
1.2	33.00 ^a	29.30 ^a	26.47 ^a	26.47 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

การวิเคราะห์ค่า b^* เมื่อจุ่มลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นระดับ ต่างๆ และนำเปลือกนอกของลำไยไปวัดค่า b^* ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.27 จากตารางพบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ค่า b^* มีค่าอยู่ระหว่าง 12.74 – 15.26 และค่าดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง ตลอดเวลาของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึงสีเหลืองเดิมของลำไย เปลี่ยนแปลงไปเป็นสีเหลืองคล้ำหรือน้ำตาล โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า b^* อยู่ระหว่าง 8.46 – 10.29 ผลจากการวิเคราะห์ค่า b^* นี้ให้ผลทำนองเดียวกับค่า L^* ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยพบว่าค่า b^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันและไม่แตกต่างจากค่า b^* ของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.27 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b^* ของลำไย

ทรีตเมนต์	ค่า b^*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	14.28 ^{ab}	13.27 ^a	10.99 ^a	10.29 ^a
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	13.89 ^{ab}	13.53 ^a	11.06 ^a	10.01 ^a
0.5	12.74 ^a	12.78 ^a	11.25 ^a	8.46 ^a
0.7	13.66 ^{ab}	12.81 ^a	12.21 ^a	8.93 ^a
1.0	13.83 ^{ab}	12.76 ^a	11.36 ^a	8.93 ^a
1.2	15.26 ^a	12.62 ^a	10.52 ^a	9.11 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

ในส่วน of ค่า a^* ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.28 จากตารางพบว่าค่า a^* ของลำไย ที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกทรีตเมนต์เมื่อเวลา การเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสมีค่า a^* อยู่ ระหว่าง 3.22 – 4.57 และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีค่า a^* อยู่ระหว่าง 5.29 – 6.51 และเมื่อ ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า a^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ระดับความ เข้มข้นต่างๆโดยส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันและไม่แตกต่างจากค่า a^* ของลำไยชุดควบคุม ($p<0.05$)

ตารางที่ 5.28 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a^* ของลำไย

ทรีตเมนต์	ค่า a^*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	4.10 ^a	4.64 ^a	5.63 ^{ab}	6.01 ^{ab}
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	4.27 ^a	4.00 ^a	6.11 ^{ab}	5.35 ^a
0.5	3.77 ^a	4.41 ^a	5.80 ^{ab}	5.29 ^a
0.7	3.22 ^a	4.40 ^a	4.99 ^a	6.48 ^b
1.0	3.27 ^a	5.14 ^a	5.26 ^{ab}	5.87 ^a
1.2	4.57 ^a	4.43 ^a	6.84 ^b	6.51 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์ค่า hue เมื่อจุ่มลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ และนำเปลือกนอกของลำไยไปวัดค่า hue ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.29 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาลำไย ค่า hue มีค่าอยู่ระหว่าง 73.25 – 76.89 และค่าดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงตลอดเวลาของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า hue อยู่ระหว่าง 54.00 – 58.83 ผลการวิเคราะห์ค่า hue นี้ลำไยที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 มีแนวโน้มให้ค่า H^* สูงกว่าที่ความเข้มข้นอื่นๆ

ตารางที่ 5.29 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า hue (H^*) ของลำไย

ทรีตเมนต์	ค่าสี H^*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	73.94 ^a	70.97 ^{ab}	62.83 ^{ab}	57.70 ^b
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	73.84 ^a	73.44 ^b	60.63 ^{ab}	57.85 ^b
0.5	73.64 ^a	70.90 ^{ab}	62.22 ^{ab}	57.88 ^b
0.7	76.89 ^a	71.06 ^{ab}	67.91 ^b	54.00 ^a
1.0	76.86 ^a	68.03 ^a	65.06 ^{ab}	58.83 ^b
1.2	73.25 ^a	70.32 ^{ab}	57.03 ^a	54.49 ^{ab}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5.30 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า chroma (C*) ของลำไย

ทรีทเมนต์	ค่าสี C*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	14.58 ^{ab}	14.08 ^a	12.35 ^a	11.95 ^b
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	14.46 ^{ab}	14.12 ^a	12.65 ^a	11.37 ^b
0.5	13.30 ^a	13.65 ^a	12.78 ^a	9.99 ^a
0.7	14.05 ^a	13.55 ^a	12.87 ^a	11.03 ^{ab}
1.0	14.24 ^a	13.75 ^a	12.52 ^a	10.69 ^{ab}
1.2	15.94 ^b	14.21 ^a	12.55 ^a	11.20 ^{ab}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทกเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์ค่า chroma เมื่อจุ่มลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ และนำเปลือกนอกของลำไยไปวัดค่า chroma ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.30 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาลำไย ค่า hue มีค่าอยู่ระหว่าง 13.30 – 15.91 และค่าดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า chroma อยู่ระหว่าง 9.99 – 11.95 ผลการวิเคราะห์ค่า chroma นี้ให้ผลทำนองเดียวกับค่า L* b* และ H* ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยพบว่าค่า L* b* และ H* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

3) ร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสีย

การใช้สารเคมีในการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขั้วลำไยโดยการจุ่มลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 0.5 0.7 1.0 และ 1.2 ที่มีผลต่อปริมาณน้ำหนักที่สูญเสียแสดงดังตารางที่ 5.31 จากตารางพบว่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเมื่อเก็บรักษาลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 6.90 – 8.99 และการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันพบว่าค่าร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียโดยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากค่าร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียของลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$)

ตารางที่ 5.31 ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย

พรีคเมนต์	ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของลำไย		
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	3.55 ^a	4.81 ^a	6.90 ^a
แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.2	4.60 ^a	5.99 ^{ab}	7.59 ^a
0.5	4.65 ^a	6.23 ^{ab}	8.50 ^a
0.7	4.56 ^a	6.06 ^{ab}	8.62 ^a
1.0	4.48 ^a	6.67 ^b	8.99 ^a
1.2	4.31 ^a	6.55 ^b	7.94 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณณัยเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับลำไยพบว่าการใช้สารละลายที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 มีประสิทธิภาพในการทำให้ลำไยมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นโดยสังเกตจากปริมาณการร่วงของผลลำไยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาที่มีค่าต่ำกว่าปริมาณการร่วงของลำไยชุดควบคุมและลำไยที่จุ่มสารละลายนี้ที่ความเข้มข้นสูงขึ้น นอกจากนั้นการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีลำไยโดยทำให้เกิดสีน้ำตาลคั่งเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงคัดเลือกสารละลายนี้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

5.2.1.4 การใช้สารเคมีที่มีผลทำให้ลำไยมีสีผิวสวย

1) การเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว

การวิเคราะห์ค่า L^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30) โดยการใช้สารดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ลำไยมีสีผิวสวย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.32 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่า L^* อยู่ระหว่าง 28.71 – 33.01 และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 เซลเซียส มีค่า L^* อยู่ระหว่าง 26.95 – 30.10 มีรายงานการใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในการฟอกสีอาหารได้เนื่องจากคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ โดยจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างออกซิเจนที่ได้จากการสลายตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์และสารที่อยู่บนพื้นผิวของอาหารทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงโดยมีสีจางลง อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกับลำไยพบว่าไม่ให้เกิดผลในการฟอกสีหรือทำให้สีผิวลำไยจางลงหรือสวขึ้น โดยสังเกตจากค่า L^* โดยส่วนใหญ่ที่ไม่มีความแตกต่างกันและไม่มีความแตกต่างจากค่า L^* ของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.32 ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า L^* ของลำไย

พรีติเมนต์	ค่า L^*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	32.80 ^b	30.47 ^c	26.11 ^a	29.75 ^a
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	33.01 ^b	29.10 ^{bc}	27.66 ^a	26.97 ^a
15.0	29.38 ^{ab}	27.38 ^{ab}	25.54 ^a	27.08 ^a
20.0	29.32 ^{ab}	27.10 ^{ab}	28.17 ^a	26.95 ^a
25.0	28.71 ^a	26.51 ^a	26.08 ^a	30.10 ^a
30.0	30.52 ^{ab}	27.07 ^{ab}	25.65 ^a	27.39 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

ในส่วน of ค่า b^* เมื่อจุ่มลำไยในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.33 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ค่า b^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 12.75 – 14.28 และมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า b^* อยู่ระหว่าง 10.29 – 12.75 และพบว่าการใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ไม่มีแนวโน้มในการทำให้สีผิวของลำไยสวขึ้น โดยค่า b^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวทุกระดับความเข้มข้น มีค่าไม่แตกต่างกัน และไม่แตกต่างจากค่า b^* ของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่า b^* นี้สอดคล้องและเป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่า L^* ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 5.33 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า b^* ของลำไย

พรีดเมนต์	ค่า b^*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	14.28 ^b	13.27 ^c	10.99 ^a	10.29 ^a
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	13.18 ^{ab}	12.58 ^{bc}	11.22 ^a	10.49 ^a
15.0	12.89 ^a	11.42 ^{ab}	9.75 ^a	10.99 ^{ab}
20.0	13.04 ^{ab}	11.44 ^{ab}	11.11 ^a	10.86 ^{ab}
25.0	12.75 ^a	10.67 ^a	9.66 ^a	12.75 ^b
30.0	13.44 ^b	11.13 ^a	9.59 ^a	10.77 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์ค่า a^* ของลำไยที่จุ่มในสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.34 จากตารางพบว่าค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่า a^* อยู่ระหว่าง 4.10 – 6.07 และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่า a^* อยู่ระหว่าง 5.57 – 6.50 และพบว่าการใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ไม่มีแนวโน้มทำให้สีผิวของลำไยดีขึ้นโดยค่า a^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มในสารละลายดังกล่าวทุกระดับความเข้มข้นมีค่าไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากค่า a^* ของลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$)

ตารางที่ 5.34 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า a^* ของลำไย

พรีดเมนต์	ค่า a^*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	4.10 ^a	4.64 ^a	5.63 ^a	6.01 ^a
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	5.66 ^{ab}	6.05 ^a	5.49 ^a	5.98 ^a
15.0	6.07 ^b	6.41 ^a	6.15 ^a	6.25 ^a
20.0	5.68 ^{ab}	5.81 ^a	5.56 ^a	6.29 ^a
25.0	5.45 ^{ab}	5.91 ^a	5.23 ^a	6.50 ^a
30.0	5.39 ^{ab}	6.48 ^a	5.23 ^a	5.57 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5.35 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่า hue (H*) ของลำไย

พรีดิกเมนต์	H*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	73.94 ^b	70.97 ^b	62.84 ^b	59.70 ^a
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	66.71 ^a	64.30 ^{ab}	64.11 ^b	60.36 ^a
15.0	64.75 ^a	60.70 ^a	57.76 ^a	60.26 ^a
20.0	66.53 ^a	62.98 ^{ab}	63.51 ^b	59.59 ^a
25.0	66.99 ^a	61.01 ^a	61.54 ^{ab}	62.94 ^a
30.0	68.22 ^{ab}	59.79 ^a	61.24 ^{ab}	62.61 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์ค่า hue เมื่อจุ่มลำไยในสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.35 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาค่า hue ของลำไยที่จุ่มในสารละลายนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 64.75 – 73.94 และมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า hue อยู่ระหว่าง 59.70 – 62.94 และพบว่าการใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ไม่มีแนวโน้มในการทำให้สีผิวของลำไยสลายขึ้น โดยค่า hue โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวทุกระดับความเข้มข้น มีค่าไม่แตกต่างกัน และไม่แตกต่างจากค่า hue ของลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่า hue นี้สอดคล้องและเป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่า L* และค่า b* ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 5.36 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ค่า chroma (C*) ของลำไย

พรีติเมนต์	C*			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	14.85 ^a	14.08 ^b	12.35 ^a	11.92 ^a
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	14.34 ^a	13.95 ^b	12.50 ^a	12.07 ^a
15.0	14.82 ^a	13.10 ^b	11.53 ^a	12.68 ^a
20.0	14.87 ^a	12.95 ^{ab}	12.43 ^a	12.58 ^a
25.0	13.90 ^a	12.22 ^a	10.98 ^a	14.32 ^b
30.0	14.49 ^a	12.89 ^a	10.93 ^a	12.15 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์ค่า เมื่อจุ่มลำไยในสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.36 จากตารางพบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาค่า chroma ของลำไยที่จุ่มในสารละลายนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 13.90 – 14.87 และมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่า chroma อยู่ระหว่าง 11.92 – 14.32 และพบว่าการใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ไม่มีแนวโน้มในการทำให้สีผิวของลำไยสลายขึ้น โดยค่า chroma โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวทุกระดับความเข้มข้น มีค่าไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากค่า chroma ของลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่า chroma นี้สอดคล้องและเป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่า L* b* และค่า H* ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2) ร้อยละของการเน่าเสีย

ผลของสารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30) ต่อการเน่าเสียของลำไย แสดงดังตารางที่ 5.37 จากตารางพบว่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยเมื่อเก็บรักษาลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 1.11 การที่สารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากคุณสมบัติการเป็นตัวออกซิไดส์ ซึ่งมีผลต่อระบบเอนไซม์ของจุลินทรีย์ แต่ประสิทธิภาพของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ค่า pH ความเข้มข้น อุณหภูมิ เวลาและชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์เริ่มต้น (Davidson, *et. al.*, 1983) แต่ผลจากการทดลองนี้พบว่าการใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ระดับ

ความเข้มข้นต่างๆ ไม่สามารถยับยั้งการเน่าเสียของลำไยได้ โดยค่าร้อยละการเน่าเสียไม่มีความแตกต่างกันและไม่แตกต่างจากค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยชุดควบคุม ($p>0.05$)

ตารางที่ 5.37 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นต่างๆต่อการเน่าเสียของลำไย

พรีตเมนต์	ร้อยละการเน่าเสียของลำไย		
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
15.0	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
20.0	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
25.0	1.11 ^a	1.11 ^a	1.11 ^a
30.0	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

3) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก

การใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (ความเข้มข้น ร้อยละ 10 15 20 25 และ 30) ที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย แสดงดังตารางที่ 5.38 จากตารางพบว่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเมื่อเก็บรักษาลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 3.02 – 4.75 และค่าร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียโดยส่วนใหญ่ของลำไยเมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ระดับต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันและไม่มีความแตกต่างจากค่าร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียของลำไยชุดควบคุม ($p<0.05$)

ตารางที่ 5.38 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นต่างๆต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย

ทรีตเมนต์	ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของลำไย		
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	3.55 ^a	4.81 ^a	6.90 ^b
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	2.02 ^a	2.42 ^a	3.02 ^a
15.0	2.41 ^a	2.69 ^a	3.29 ^a
20.0	2.59 ^a	2.74 ^a	4.55 ^{ab}
25.0	3.65 ^a	3.59 ^a	4.75 ^{ab}
30.0	2.94 ^a	2.99 ^a	3.87 ^{ab}

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทกเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

4) ร้อยละการร่วงของผล

การใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30) ที่มีผลต่อการร่วงของผลลำไยแสดงดังตารางที่ 5.39 จากตารางพบว่าค่าร้อยละการร่วงของผลเมื่อจุ่มลำไยในสารละลายดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ระหว่าง 1.04 – 7.29 โดยค่าร้อยละการร่วงของลำไยที่จุ่มสารละลายดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากค่าร้อยละการร่วงของผลของลำไยชุดควบคุม ($p > 0.05$)

ตารางที่ 5.39 ผลของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นต่างๆต่อการร่วงของผลลำไย

ทรีตเมนต์	ร้อยละการร่วงของผลลำไย		
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
ชุดควบคุม	1.83 ^{ab}	3.58 ^a	4.46 ^{ab}
ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ร้อยละ 10.0	3.82 ^b	4.54 ^a	5.82 ^{ab}
15.0	2.10 ^b	2.05 ^a	6.25 ^{ab}
20.0	0.00 ^a	1.04 ^a	1.04 ^a
25.0	1.11 ^a	2.18 ^a	2.18 ^{ab}
30.0	0.00 ^a	1.96 ^a	7.29 ^b

* ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทกเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองใช้สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ลำไยมีสีผิวเปลือกที่สวยงามขึ้น สามารถสรุปได้ว่าสารละลายดังกล่าวไม่ให้เกิดผลในการดังกล่าว เนื่องจากค่าสีต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจึงไม่คัดเลือกสารละลายชนิดนี้ไปใช้

จากผลการทดลองการใช้สารเคมีชนิดและความเข้มข้นต่างๆ ในการจุ่มลำไย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ ชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของผลลำไย ทำให้ลำไยมีสีผิวสวยและช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับลำไยพบว่าชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่คัดเลือกเพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไปได้แก่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm สารละลาย N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยมีเหตุผลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

5.2.2 ผลการทดลองศึกษาวิธีการใช้สารเคมีที่เหมาะสม

การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการจุ่มสารเคมีผสมในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไย ทำการทดลองโดยใช้ลำไยพันธุ์คอกจากสวนในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ที่เก็บเกี่ยวในคอนเย็น บรรจุในตะกร้าพลาสติกสีเหลี่ยมขนาดบรรจุ 20 กิโลกรัมและมีใบลำไยรองพื้น ขนส่งโดยใช้ รถยนต์จากแหล่งปลูกถึงห้องปฏิบัติการในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น (ใช้เวลาเดินทางประมาณ 1 ชั่วโมง) นำมาคัดเลือกขอลำไยที่มีผลขนาดสม่ำเสมอและมีจำนวนผลใกล้เคียงกัน ปราศจากตำหนิและเชื้อโรคช่อละประมาณ 500 กรัม มาทดลองเพื่อศึกษาวิธีการใช้สารเคมีผสมและอุณหภูมิของสารเคมีในการจุ่มลำไย

การศึกษาวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เวลาที่ใช้ในการจุ่ม ได้แก่ 5 10 และ 15 นาที และการพ่นสารเคมีผสม จากนั้นนำลำไยมาผึ่งให้ผิวลำไยแห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุมที่จุ่มน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำและบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้แก่ ร้อยละของการเน่าเสีย ร้อยละการร่วงของผล ร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียและการเปลี่ยนแปลงของสีผิวทุก 2 วัน ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

5.2.2.2 ร้อยละการร่วงของผล

การทดลองศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อการร่วงของผลลำไย แสดงดังตารางที่ 5.41

ตารางที่ 5.41 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อการร่วงของผลลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

ทริตเมนต์	ร้อยละการร่วงของผลลำไย ^a			
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม	0.00	0.00	1.33	2.00
สารเคมีผสม จุ่มเป็นเวลา 5 นาที	0.67	1.33	2.67	2.67
จุ่มเป็นเวลา 10 นาที	0.64	1.45	3.72	1.70
จุ่มเป็นเวลา 15 นาที	0.69	2.78	2.78	5.24
การพ่นสารเคมีผสม	1.44	1.44	2.20	2.20

^a ภายในสัปดาห์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 5.41 พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้น ปริมาณการร่วงของลำไยในทุกทริตเมนต์มีค่าสูงขึ้น โดยปริมาณการร่วงของลำไยในทริตเมนต์ต่างๆ อยู่ระหว่างร้อยละ 1.70 – 5.24 หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 8 วัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณการร่วงของลำไยในแต่ละวันที่ตรวจสอบและในแต่ละทริตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกันกับปริมาณการเน่าเสีย ซึ่งจากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาในการจุ่มและวิธีการในการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ไม่มีผลต่อปริมาณการร่วงของลำไย

ตารางที่ 5.47 ผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่มต่อค่า chroma (C*) ของลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

ทริคเมนต์	ค่าสี C*				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม	32.53 ^a	37.03 ^a	33.94 ^a	32.53 ^a	24.59 ^a
สารเคมีผสม จุ่มเป็นเวลา 5 นาที	33.45 ^a	38.88 ^a	34.85 ^a	32.66 ^a	22.39 ^a
จุ่มเป็นเวลา 10 นาที	33.55 ^a	39.00 ^a	33.54 ^a	30.13 ^a	28.61 ^a
จุ่มเป็นเวลา 15 นาที	32.55 ^a	38.83 ^a	36.22 ^a	32.28 ^a	25.22 ^a
การพ่นสารเคมี	31.19 ^a	37.22 ^a	34.00 ^a	34.03 ^a	25.91 ^a

^a ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทธานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์ค่า chroma จากผลการทดลองตารางที่ 5.47 พบว่าค่า chroma ในทุกทริคเมนต์มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วันที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเช่นเดียวกับค่า H* โดยค่า chroma ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 31.19 – 33.55 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่า chroma อยู่ระหว่าง 22.39 – 28.61 โดยค่า chroma ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงถึงระยะเวลาที่ใช้จุ่มลำไยและการพ่นสารเคมีไม่มีผลต่อความเข้มของสีลำไย

จากการศึกษาผลการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่เหมาะสมได้แก่การจุ่มลำไยเป็นระยะเวลา 5 10 และ 15 นาทีและการพ่นสารเคมีผสมที่มีต่อปริมาณการเน่าเสีย การร่วงของผล การสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงของสีของผลลำไย จะเห็นได้ว่าวิธีการใช้สารละลายผสมดังกล่าว และระยะเวลาที่ใช้จุ่มลำไย ไม่มีผลต่อบัญชีต่างๆ ที่นำมาศึกษา ดังนั้นจึงคัดเลือกวิธีการจุ่มสารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM ที่ระยะเวลาในการจุ่มสารละลายผสมนาน 5 นาที เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

5.2.3 ผลการทดลองการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการจุ่มสารเคมีผสม

โดยศึกษาอุณหภูมิ 4 ระดับคือ อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส มีวิธีการทดลองดังนี้ จุ่มลำไยในสารละลายผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่เติม tween20 ร้อยละ 0.02 จุ่มสารเคมีเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำขึ้นมาผึ่งให้ผิวลำไยแห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์ ร้อยละของการเน่าเสีย ร้อยละของการร่วง ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก ค่าสี L^* a^* b^* H^* และ C^* ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

5.2.3.1 ร้อยละของการเน่าเสีย

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 4 ระดับคือ อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุมต่อการเน่าเสียของลำไย แสดงดังตารางที่ 5.48

ตารางที่ 5.48 ผลของอุณหภูมิของสารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อร้อยละการเน่าเสียของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

ทรีตเมนต์ อุณหภูมิ (°ซ)	ร้อยละของการเน่าเสีย ¹			
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม(37°ซ)	1.42 ^a	4.97 ^b	10.68 ^a	19.23 ^a
45	0.79 ^a	0.79 ^a	8.87 ^a	24.42 ^a
50	0.76 ^a	0.76 ^a	5.81 ^a	25.82 ^a
55	2.81 ^a	3.45 ^{ab}	8.18 ^a	15.73 ^a

¹ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ร้อยละของการเน่าเสียแสดงดังตารางที่ 5.38 พบว่าค่าร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่จุ่มสารเคมีผสมที่อุณหภูมิต่างๆ 4 ระดับมีค่าอยู่ระหว่าง 15.73 - 25.82 เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน ค่าร้อยละการเน่าเสียของลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิทั้ง 4 ระดับให้ผลร้อยละของการเน่าเสียมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน

5.2.3.2 ร้อยละของการการร่วงของผล

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 4 ระดับคือ อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส ต่อการร่วงของผล และลำไยชุดควบคุม แสดงดังตารางที่ 5.49

ตารางที่ 5.49 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อร้อยละการร่วงของลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

ชนิดพันธุ์ อุณหภูมิ (°C)	ร้อยละของการร่วง ^a			
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม(37°C)	1.42	2.10	2.10	11.41
45	2.10	2.10	2.10	6.29
50	0.00	0.00	0.00	2.94
55	1.41	2.05	2.70	4.86

^a ภายในสัปดาห์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การทดลองใช้อุณหภูมิที่ระดับต่างกัน 4 ระดับคือ 37 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส ต่อร้อยละของการร่วงของลำไยได้ผลดังตารางที่ 5.39 พบว่าเมื่อเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์การร่วงอยู่ระหว่าง 2.94 - 11.41 ร้อยละของการร่วงของอุณหภูมิทั้ง 4 ระดับในแต่วันของการทดลองให้ค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

5.2.3.3 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 4 ระดับคือ อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส ต่อการสูญเสียน้ำหนักและลำไยชุดควบคุม แสดงดังตารางที่ 5.50

ตารางที่ 5.50 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อร้อยละการสูญเสียน้ำหนักลำไย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 (± 2) องศาเซลเซียส

ทรีตเมนต์ (อุณหภูมิ °ซ)	ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก ¹			
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม(37°ซ)	0.65 ^a	2.74 ^a	3.66 ^a	4.72 ^a
45	1.09 ^{ab}	2.95 ^a	2.73 ^a	3.92 ^a
50	0.91 ^{ab}	2.55 ^a	3.53 ^a	4.16 ^a
55	1.41 ^b	2.87 ^a	3.76 ^a	4.32 ^a

¹ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การทดลองใช้อุณหภูมิที่ระดับต่างกัน 4 ระดับคือ 37 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส ต่อร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของลำไยได้ผลดังตารางที่ 5.50 พบว่าเมื่อเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน มีค่าร้อยละการการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 3.92-4.72 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างทุกอุณหภูมิในวันที่ 4-8 ของการทดลองให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) และแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักของลำไยต่อการใช้อุณหภูมิที่ต่างกันในการจุ่มสารเคมีให้ผลไม่แตกต่างกัน

5.2.3.4 การเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 4 ระดับคือ อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม ต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว แสดงดังตารางที่ 5.51 5.52 5.53 5.54 และ 5.55

ตารางที่ 5.51 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี L* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

พรีตเมนต์ (อุณหภูมิ °ซ)	ค่าสี L* ¹⁾				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม(37°ซ)	50.74 ^a	46.09 ^a	45.35 ^a	45.65 ^a	42.73 ^a
45	50.02 ^a	49.31 ^b	45.86 ^a	45.32 ^a	44.67 ^{bc}
50	50.33 ^a	50.82 ^b	49.12 ^b	47.49 ^b	45.85 ^c
55	50.51 ^a	50.28 ^b	46.80 ^a	45.31 ^a	44.11 ^b

¹⁾ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทกเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5.52 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี b* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

พรีตเมนต์ (อุณหภูมิ °ซ)	ค่าสี b* ¹⁾				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม(37°ซ)	34.13 ^a	37.20 ^c	24.99 ^a	24.93 ^a	26.18 ^a
45	32.61 ^a	34.14 ^b	26.19 ^{ab}	25.02 ^{ab}	26.92 ^a
50	32.73 ^a	31.43 ^{ab}	29.19 ^c	26.50 ^b	27.51 ^a
55	33.95 ^a	30.71 ^a	27.19 ^b	25.43 ^{ab}	26.29 ^a

¹⁾ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทกเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5.53 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ค่าเฉลี่ย a^* เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 (± 2) องศาเซลเซียส

ทริตเมนต์ (อุณหภูมิ °ซ)	ค่าเฉลี่ย a^* ^u				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม(37°ซ)	5.27 ^a	5.47 ^a	5.69 ^a	24.93 ^a	6.85 ^a
45	5.85 ^a	5.82 ^{ab}	6.79 ^b	25.02 ^{ab}	7.08 ^a
50	5.19 ^a	6.62 ^b	7.11 ^b	26.50 ^b	7.73 ^{ab}
55	5.23 ^a	6.57 ^{ab}	7.72 ^b	25.43 ^{ab}	8.84 ^c

^u ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การทดลองใช้อุณหภูมิที่ระดับต่างกัน 4 ระดับคือ 37 45 50 และ 55 องศาเซลเซียสต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย L^* ของลำไยได้ผลดังตารางที่ 5.51 พบว่าค่าเฉลี่ย L^* ซึ่งเป็นค่าความสว่างมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 (± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน ซึ่งหมายถึงสีผิวเปลือกของลำไยมีความเข้มของสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นหรือสีเปลือกลำไยมีสีคล้ำลง ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาค่าเฉลี่ย L^* ของลำไยทั้ง 4 อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 50.33-51.02 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) หลังจากเก็บรักษาไว้ 8 วันค่าเฉลี่ย L^* อยู่ในช่วง 42.73-45.85 เมื่อเปรียบเทียบในวันที่ 4 และ 6 ของการทดลอง การใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสให้ค่าเฉลี่ย L^* สูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นถึงที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สีของลำไยมีความสว่างมากกว่าทริตเมนต์อื่นๆ

ในส่วนของค่าเฉลี่ย b^* ซึ่งแสดงค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ ผลการทดลองจากตารางที่ 5.52 พบว่าค่าเฉลี่ย b^* มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 (± 2) องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วันเช่นเดียวกับค่าเฉลี่ย L^* โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 33.95-34.13 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 26.18-27.15 และยังพบว่าการใช้สารเคมีผสมในการจุ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ย b^* สูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในวันที่ 4 และวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีค่าเฉลี่ย b^* สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงมีผลให้ประสิทธิภาพการซึมของสารเคมีเข้าสู่ผิวเปลือกได้มากขึ้น (Beristain *et al.*, 1990)

ในส่วนของค่า a^* ซึ่งแสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ ดังแสดงในตารางที่ 5.53 ซึ่งพบว่าค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $15 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 5.19-5.85 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 6.85-8.43 และยังพบว่าค่า a^* ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ

ตารางที่ 5.54 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี hue (H^*) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $15 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส

ทรีทเมนต์ (อุณหภูมิ °C)	ค่าสี H^*				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม (37 °C)	81.20 ^a	78.66 ^a	75.18 ^{ab}	74.15 ^{ab}	73.36 ^a
45	79.77 ^a	80.32 ^{ab}	76.29 ^b	75.92 ^{ab}	74.19 ^{ab}
50	80.99 ^a	81.89 ^b	75.49 ^{ab}	77.97 ^b	75.28 ^b
55	81.12 ^a	77.89 ^a	74.41 ^a	73.09 ^a	72.23 ^a

^a ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสมมุติฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในส่วน of ค่า hue จากผลการทดลองจากตารางที่ 5.54 พบว่าค่าสี hue มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $15 (\pm 2)$ องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วันเช่นเดียวกับค่า b^* โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 79.77-81.20 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 72.23-75.28 และยังพบว่าการใช้สารเคมีผสมในการจุ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มให้ค่า hue สูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในวันที่ 6 และวันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีค่า hue สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงมีผลให้ประสิทธิภาพการซึมของสารเคมีเข้าสู่ผิวเปลือกได้มากขึ้น (Beristain *et al.*, 1990) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ

ตารางที่ 5.55 ผลของอุณหภูมิของการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ต่อค่าสี chroma (C*) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $15 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส

พรีทรีตเมนต์ (อุณหภูมิ °ซ)	ค่าสี C*				
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
ชุดควบคุม (37 °ซ)	34.54 ^a	31.61 ^a	25.63 ^a	25.57 ^a	27.06 ^a
45	33.15 ^a	34.63 ^b	27.06 ^{ab}	26.10 ^a	27.85 ^a
50	33.14 ^a	32.93 ^{ab}	30.05 ^c	27.44 ^{ab}	28.57 ^a
55	34.36 ^a	31.41 ^a	28.23 ^b	26.59 ^b	27.63 ^a

^a ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทกเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในส่วนของค่า chroma ซึ่งแสดงดังแสดงในตารางที่ 5.55 ซึ่งพบว่าค่าสี chroma มีค่า C* ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $15 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน โดยในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 33.14-34.56 และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 27.06-28.57 และยังพบว่าค่า chroma ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ

จากการศึกษาอุณหภูมิในการรุ่มสารเคมีผสมของลำไย ที่อุณหภูมิ 37 45 50 และ 50 องศาเซลเซียส ต่อผลการเน่าเสีย การร่วง การสูญเสียน้ำหนัก และค่าสี (L^* a^* b^* H^* C^*) จะเห็นได้ว่าการใช้อุณหภูมิทั้ง 4 ระดับมีแนวโน้มของการเน่าเสีย การร่วงและการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของสารเคมีผสมมีผลต่อค่าสีของผิวเปลือกลำไย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สีของผิวเปลือกลำไยมีความสว่างกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ ดังนั้นจึงคัดเลือกอุณหภูมิของสารเคมีผสมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

5.2.4 ผลการทดลองการศึกษาปัจจัยร่วมของสารเคมี วิธีการใช้ และอุณหภูมิที่เหมาะสม

โดยทำการศึกษาปัจจัยร่วมของการใช้สารเคมีผสม วิธีการใช้และอุณหภูมิที่เหมาะสมของสารเคมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุมที่จุ่มน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาลำไยทั้ง 2 ชุดการทดลองที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทุก 2 วัน ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

5.2.4.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ

การศึกษาผลของปัจจัยร่วมของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุมที่จุ่มน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาลำไยทั้ง 2 ชุดการทดลองที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส วิเคราะห์ร้อยละของกรด ร้อยละของวิตามินซี ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าสี L^* a^* b^* H^* และ C^* ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก ร้อยละของการร่วง การประเมินคุณภาพ (การเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสีน้ำตาล) โดยการให้คะแนนและการประเมินการเกิดสีน้ำตาลได้ผลดังตารางต่อไปนี้

1) ร้อยละของกรด

การศึกษาผลของวิธีที่ใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม ต่อร้อยละของกรดแสดงดังตารางที่ 5.56

ตารางที่ 5.56 ร้อยละของกรดของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไย ชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ($\pm$ 2) องศาเซลเซียส

วันที่ทำการทดลอง	ร้อยละของกรด	
	C	T
0	$2.36 \times 10^{-2}^a$	$2.60 \times 10^{-2}^a$
2	$2.36 \times 10^{-2}^a$	$2.80 \times 10^{-2}^a$
4	$2.36 \times 10^{-2}^a$	$2.80 \times 10^{-2}^a$
6	$4.50 \times 10^{-2}^a$	$5.70 \times 10^{-2}^a$
8	$7.86 \times 10^{-2}^b$	$5.96 \times 10^{-2}^a$
10	$7.90 \times 10^{-2}^b$	$6.00 \times 10^{-2}^a$
12	$7.23 \times 10^{-2}^b$	$5.80 \times 10^{-2}^a$
14	$6.83 \times 10^{-2}^b$	$5.13 \times 10^{-2}^a$

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

จากตารางที่ 5.56 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาลำไยนานขึ้นลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสม และชุดควบคุมพบว่าร้อยละของกรดมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับผลการทดลองของ ดาวเรือง (2530) วรณรักษ์ (2539) กัลยา (2540) และพัฒนชัย (2545) ทั้งนี้เนื่องจากกรดจะถูก สร้างขึ้นในกระบวนการหายใจในเซลล์โดยการสลายตัวของสารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ในวงจรเครบส์ (Kreb's cycle) แล้วเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ (Albert, *et al.*, 1983 ; คณัย, 2540) ร้อยละของกรดของตัวอย่างอยู่ในช่วง 2.60×10^{-2} - 6.00×10^{-2} หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน ร้อยละของกรดวันที่ 0-6 ของการเก็บรักษาทั้งของชุดควบคุม และลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมไม่ มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) วันที่ 8 - 14 ลำไยชุดควบคุมมีปริมาณกรดสูงกว่าลำไยที่ผ่าน การใช้สารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2) ร้อยละของวิตามินซี

การศึกษามลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2

และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ต่อร้อยละของวิตามินซี และ
 ลำไยชุดควบคุม แสดงดังตารางที่ 5.57

ตารางที่ 5.57 ร้อยละของวิตามินซีของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น
 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2
 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไย
 ชุดควบคุม เก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียส

วันที่ทำการทดลอง	ร้อยละของวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัม)	
	C	T
0	0.71 ^a	0.70 ^a
2	0.63 ^a	0.64 ^a
4	0.59 ^a	0.73 ^b
6	0.59 ^a	0.72 ^b
8	0.57 ^a	0.56 ^a
10	0.50 ^b	0.47 ^a
12	0.44 ^a	0.45 ^a
14	0.37 ^a	0.39 ^b

"ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

จากตารางที่ 5.57 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้น ปริมาณวิตามินซีของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยชุดควบคุมมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากวิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิกจะถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนและเอนไซม์ต่างๆ (จริงแท้, 2544) โดยปริมาณวิตามินซีของตัวอย่างทั้ง 2 อยู่ระหว่าง 0.37-0.39 มิลลิกรัมต่อกรัม หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน การลดลงของวิตามินซีทั้ง 2 ชุดการทดลองโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

3) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม ต่อของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 5.58

ตารางที่ 5.58 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยชุดควบคุม

วันที่ทำการทดลอง	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%)	
	C	T
0	21.0 ^a	21.0 ^a
2	20.6 ^a	20.8 ^a
4	19.6 ^a	19.4 ^a
6	19.5 ^b	18.0 ^a
8	14.0 ^a	15.8 ^b
10	13.4 ^a	15.6 ^b
12	13.2 ^a	14.8 ^b
14	12.8 ^a	14.3 ^b

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

จากตารางที่ 5.58 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีและลำไยชุดควบคุมมีค่าลดลง เนื่องจากผลของกระบวนการหายใจซึ่งลำไยจะใช้น้ำตาลที่สะสมอยู่ทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลงและรสชาติด้านความหวานค่อยลง (จริงแท้, 2541 ; จิรา, 2536) โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของตัวอย่างทั้ง 2 อยู่ระหว่าง 12.8-14.3 % หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีมีแนวโน้มให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงกว่าลำไยชุดควบคุม

4) การเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม ต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว แสดงดังตารางที่ 5.59

ตารางที่ 5.59 ค่าสีของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส

วันที่	ค่าสี									
	L *		a *		b *		H*		C*	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
0	54.79 ^a	59.03 ^b	4.53 ^b	3.04 ^a	34.71 ^a	35.34 ^a	82.34 ^a	85.07 ^b	35.00 ^a	35.50 ^a
2	50.24 ^a	55.32 ^b	4.75 ^b	3.42 ^a	37.54 ^a	39.85 ^a	82.77 ^a	85.08 ^b	37.85 ^a	40.00 ^a
4	46.35 ^a	48.49 ^a	5.75 ^b	4.42 ^a	35.21 ^a	37.38 ^a	79.43 ^a	80.16 ^b	35.83 ^a	38.51 ^a
6	48.18 ^a	51.05 ^a	6.97 ^a	6.71 ^a	29.41 ^a	28.62 ^a	76.54 ^a	80.81 ^b	30.25 ^a	29.40 ^a
8	42.40 ^a	49.39 ^b	8.96 ^b	6.48 ^b	31.69 ^a	35.46 ^a	74.11 ^a	81.39 ^b	32.96 ^a	37.57 ^a
10	45.06 ^a	50.87 ^b	8.42 ^a	7.13 ^a	25.68 ^a	27.38 ^a	71.54 ^a	75.40 ^b	27.03 ^a	28.30 ^a
12	46.54 ^a	49.85 ^a	8.30 ^a	7.63 ^a	24.68 ^a	25.83 ^a	71.40 ^a	73.51 ^a	26.00 ^a	26.94 ^a
14	42.60 ^a	46.67 ^a	8.99 ^a	8.40 ^a	25.80 ^a	26.55 ^a	70.78 ^a	72.31 ^a	27.00 ^a	27.86 ^a

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ

C คือ control T คือ treatment L* คือ ค่าความสว่าง a* คือ ค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวก และสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ b* คือ ค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก และสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

H* คือค่า hue angle ซึ่งแสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่า 0 องศา และแสดงค่าเป็นสีเหลืองเมื่อมีค่า 90 องศา

C* คือค่า chroma แสดงค่าความสดของสีที่ค่าความสว่างหนึ่งๆหรือค่าความเข้มของสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่มีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการจุ่ม 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุม ได้ผลดังตารางที่ 5.59 พบว่าค่า L* ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0 – 2 วัน มีค่าสูงกว่าค่า L* ของลำไยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการที่โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์และ N-acetyl-L-cysteine มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Marques *et al.*, 1990 ; Molnar *et al.*, 1990) เป็นผลให้ค่า L* ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของลำไยที่มีค่าสูงกว่าหลังจากนั้นเมื่อเก็บรักษาลำไยเป็นเวลานานขึ้นจนถึงสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่า L* โดยส่วนใหญ่ของ

ลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมมีค่าสูงกว่าค่า L^* ของลำไยชุดควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ในส่วน of ค่า b^* ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าค่า b^* โดยส่วนใหญ่ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสม มีค่าสูงกว่าค่า b^* ของลำไยชุดควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงว่าลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมมีค่าสีเหลืองสูงกว่าหรือเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลน้อยกว่าซึ่งสอดคล้องกับค่า L^* ที่วิเคราะห์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลของสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์และ N-acetyl-L-cysteine ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ค่า hue ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าตั้งแต่วันที่ 0 ของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 10 ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมมีค่า hue สูงกว่าลำไยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการที่โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์และ N-acetyl-L-cysteine มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

ค่า chroma ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า ค่า chroma ของลำไยทั้ง 2 ชนิดตั้งแต่วันที่ 0-14 ของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม ต่อร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก แสดงดังตารางที่ 5.60

ตารางที่ 5.60 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส

วันที่ทำการทดลอง	ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก	
	C	T
0	0 ^a	0 ^a
2	1.37 ^a	1.06 ^a
4	2.23 ^a	2.22 ^a
6	2.66 ^a	2.77 ^a
8	3.92 ^a	3.93 ^a
10	4.61 ^a	4.51 ^a
12	5.66 ^a	5.00 ^a
14	6.35 ^a	5.40 ^a

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

จากตารางที่ 5.60 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้น ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยชุดควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการคายน้ำของลำไยซึ่งมีอยู่ตลอดเวลาหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ (จริงแท้, 2542) โดยค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างทั้งสอง อยู่ระหว่างร้อยละ 5.40-6.35 หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน อย่างไรก็ตามปริมาณการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างทั้งสอง ในแต่ละวันที่ตรวจสอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งจากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าการใช้สารเคมีผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของลำไย

6) ร้อยละของการร่วง

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม ต่อร้อยละของการร่วง แสดงดังตารางที่ 5.61

ตารางที่ 5.61 ร้อยละของการร่วงของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและลำไยชุดควบคุม เก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส

วันที่ทำการทดลอง	ร้อยละของการร่วง	
	C	T
0	0 ^a	0 ^a
2	0 ^a	0 ^a
4	1.75 ^a	0 ^a
6	5.32 ^b	0 ^a
8	5.32 ^b	0 ^a
10	7.12 ^b	0 ^a
12	7.12 ^a	1.69 ^a
14	7.12 ^a	1.69 ^a

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

จากตารางที่ 5.61 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้น ร้อยละของการร่วงของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยชุดควบคุมมีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้พบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมมีแนวโน้มการร่วงต่ำกว่าลำไยชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากผลของการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์ที่ผิวผลของลำไย (Ponting *et al.*, 1973)

7) ร้อยละการเน่าเสีย

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม ค่อยร้อยละของการเน่าเสีย แสดงดังตารางที่ 5.62

ตารางที่ 5.62 ร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
แคลเซียมคลอไรด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ
50 องศาเซลเซียสและลำไยชุดควบคุม เก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$
องศาเซลเซียส

วันที่	ร้อยละของการเน่าเสีย	
	C	T
0	0 ^a	0 ^a
2	0 ^a	0 ^a
4	0 ^a	0.83 ^a
6	0.87 ^a	0.83 ^a
8	0.87 ^a	0.83 ^a
10	0.87 ^a	0.83 ^a
12	1.54 ^a	2.58 ^a
14	1.54 ^a	2.58 ^a

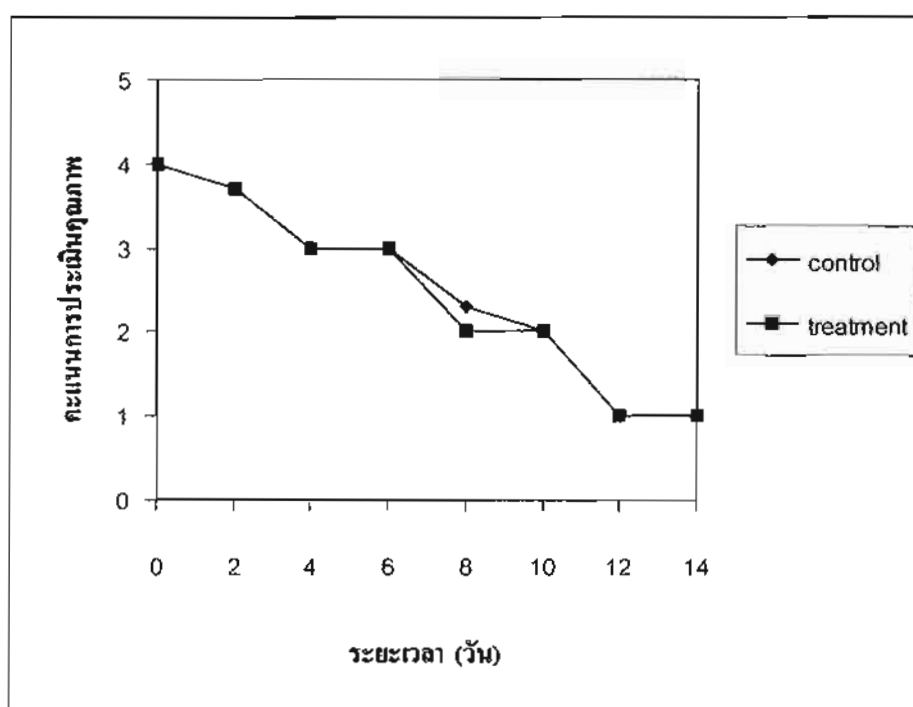
^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

จากตารางที่ 5.62 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้นร้อยละของการเน่าเสียของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีและลำไยชุดควบคุมมีค่าสูงขึ้น และ พบว่าลำไยชุดควบคุมและลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมทั้งสองตัวอย่างในแต่ละวันของการตรวจสอบมีร้อยละของการเน่าเสียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (Marques *et al.*, 1990 ; Saper, 1993) แต่การใช้ที่ความเข้มข้นดังกล่าว (2000 ppm หรือ 0.2 เปอร์เซ็นต์) อาจจะเป็นความเข้มข้นที่ต่ำเกินไป จึงทำให้ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ โดยร้อยละของการเน่าเสียอยู่ระหว่าง 1.58-2.58 หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 14 วัน

8) การประเมินคุณภาพการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกของลำไย การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ต่อการประเมินคุณภาพการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกของลำไยโดยการให้คะแนน และลำไยชุดควบคุม แสดงดังรูปที่ 5.31

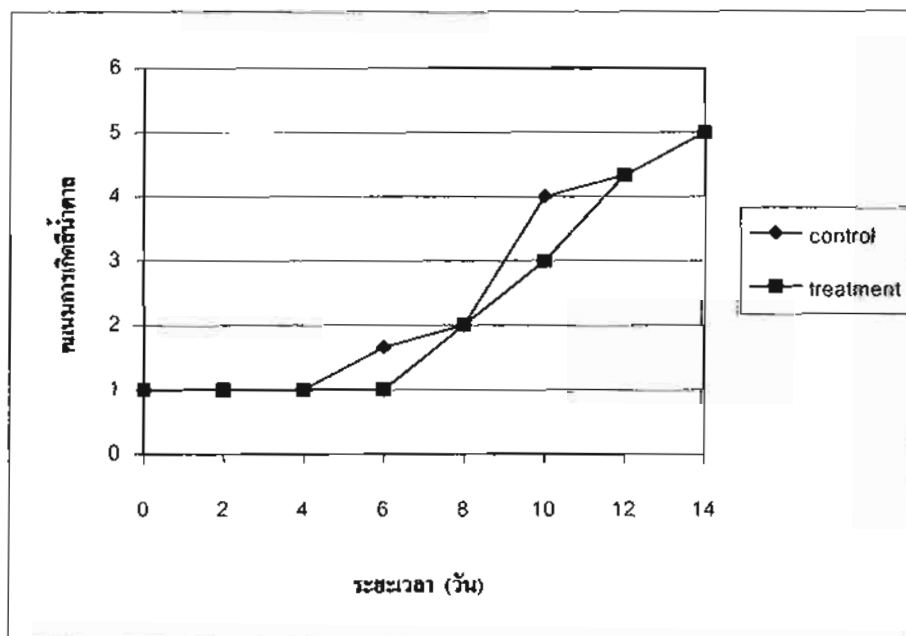


รูปที่ 5.31 การประเมินคุณภาพการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอก โดยการให้คะแนนของลำไยที่ใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.31 การประเมินคุณภาพการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสื่อน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกโดยการให้คะแนนของลำใยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำใยชุดควบคุม พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นคุณภาพของลำใยทั้งสองทรีตเมนต์มีค่าลดลง จวบจนเริ่มต้นซึ่งมีคะแนน 4 หมายถึงลำใยมีผลสดและสภาพดี หลังจากเก็บรักษาไว้ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียส คุณภาพการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสื่อน้ำตาลของลำใยทั้งสอง มีค่าลดลงเหลือ 2 ซึ่งหมายถึงมีสภาพพอใช้ หลังจากนั้นเมื่อเก็บรักษาต่อในวันที่ 12 พบว่าคุณภาพการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสื่อน้ำตาลของลำใยทั้งสอง มีค่าลดลงเหลือ 1 ซึ่งหมายถึงลำใยหมดสภาพ (ผลมีราขึ้น และมีสื่อน้ำตาลทั้งผล)

9) การประเมินคุณภาพการเกิดสื่อน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกของลำใย

การศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ต่อการประเมินคุณภาพ การเกิดสื่อน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกของลำใยโดยการให้คะแนนและลำใยชุดควบคุม แสดงดังรูปที่ 5.32



รูปที่ 5.32 การประเมินคุณภาพการเกิดสื่อน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกของลำใยโดยการให้คะแนนของลำใยที่ใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.2 และเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 5.32 การประเมินคุณภาพการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอกโดยการให้คะแนนของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยชุดควบคุม พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นลำไยทั้งสองชุดการทดลองมีสีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น โดยลำไยชุดควบคุมมีการเกิดสีน้ำตาลมากกว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมเล็กน้อย และยังพบว่าในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาลำไยทั้งสองชุดการทดลองมีสีผิวที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 21-40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาลำไยชุดควบคุมสีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 61-80 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลำไยชุดที่ผ่านการใช้สารเคมีผสม พบว่าสีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลน้อยกว่าคือมีสีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 41-60 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็น 12 และ 14 วัน พบว่าลำไยทั้งสองชุดการทดลองสีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 61-80 และ 81-100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.2.4.1 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

1) จำนวนจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และเชื้อราของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และลำไยชุดควบคุม แสดงดังตารางที่ 5.63

ผลการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และเชื้อราของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิของสารละลาย 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการจุ่ม 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุม พบว่าปริมาณยีสต์และเชื้อราของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสม เมื่อเก็บรักษาที่ 4 (± 2) องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 วัน มีปริมาณต่ำกว่าลำไยชุดควบคุมประมาณ 1.0 log cfu/g หลังจากนั้นเมื่อเก็บรักษาต่อไปจนสิ้นสุดการทดลองพบว่าโดยส่วนใหญ่ปริมาณยีสต์และเชื้อราของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 มีค่าต่ำกว่าลำไยชุดควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สาเหตุที่ปริมาณยีสต์และเชื้อราของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมมีค่าต่ำกว่าเนื่องมาจากสารละลายผสมประกอบด้วยสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งหรือทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (ไพบูลย์, 2532)

ตารางที่ 5.63 จำนวนจุลินทรีย์ของลำไยที่ผ่านการจุ่มสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และลำไยหุคควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส

วันที่	จำนวนจุลินทรีย์ (log cfu/g)	
	C	T
0	3.77 ^a	2.95 ^a
2	3.77 ^a	3.77 ^a
4	3.57 ^b	2.67 ^a
6	3.09 ^a	2.87 ^a
8	2.69 ^a	2.52 ^a
10	3.09 ^a	2.69 ^a
12	3.34 ^b	2.47 ^a
14	2.98 ^a	1.76 ^a

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

5.2.4.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมระหว่าง โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิของสารละลาย 50 องศาเซลเซียส และลำไยหุคควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส ทดสอบความชอบแบบ 9 point hedonic scale และใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกอบรม 15 คนได้ผลดังตารางที่ 5.64

ความกรอบ จากตารางที่ 5.64 พบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยหุคควบคุมมีความกรอบลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และมีความชอบของผู้บริโภคทางด้านความกรอบมีความชอบเล็กน้อย (คะแนนอยู่ระหว่าง 5.93-6.46) หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน คะแนนความชอบของตัวอย่างทั้ง 2 ในแต่ละวันของการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

กลิ่น จากตารางที่ 5.64 พบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยหุคควบคุมมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และความชอบของผู้บริโภค

ทางด้านกลิ่นมีความชอบเล็กน้อย (คะแนนอยู่ระหว่าง 5.80-5.93) หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน คะแนนความชอบด้านกลิ่นของตัวอย่างทั้ง 2 ในแต่ละวันของการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นวันที่ 4 ของการทดลอง

สี จากตารางที่ 5.64 พบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยชุดควบคุมมีคะแนนความชอบด้านสีเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ที่น่าสนใจในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมความชอบของผู้บริโภคทางด้านสีชอบเล็กน้อย ในขณะที่ลำไยชุดควบคุมความชอบของผู้บริโภคเฉยๆ (คะแนน 4.93) นอกจากนี้เมื่อเก็บรักษาไว้ 10 วัน ลำไยชุดที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมผู้บริโภคมีความชอบชอบเล็กน้อย (คะแนน 5.80) ส่วนลำไยชุดควบคุมพบว่าผู้บริโภคไม่ชอบเล็กน้อย (คะแนน 4.40) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) หลังจากนั้นคะแนนความชอบด้านสีของผู้บริโภคลดลงถึงระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินการเกิดสีน้ำตาล

รสชาติ จากตารางที่ 5.64 พบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยชุดควบคุมมีคะแนนความชอบด้านรสชาติลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และความชอบของผู้บริโภคด้านรสชาติคือมีความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (คะแนนอยู่ระหว่าง 5.73-6.53) หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน คะแนนความชอบด้านรสชาติของตัวอย่างทั้ง 2 ในแต่ละวันของการทดลองมีแนวโน้มไม่มีความแตกต่างกัน

ความชอบรวม จากตารางที่ 5.64 พบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมและลำไยชุดควบคุมมีคะแนนความชอบรวมลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และความชอบของผู้บริโภคด้านความชอบรวมคือเฉยๆถึงมีความชอบเล็กน้อย (คะแนนความอยู่ระหว่าง 5.40-6.33) หลังจากเก็บรักษาไว้ 14 วัน คะแนนความชอบรวมของตัวอย่างทั้ง 2 ในวันที่ 2 ถึง วันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสม มีคะแนนสูงกว่าลำไยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) หลังจากนั้นคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกันจนถึงวันที่ 14 ของการทดลอง

ตารางที่ 5.64 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยที่ผ่านการจุ่มสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์

ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ
แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม 5 นาที ที่อุณหภูมิ
50 องศาเซลเซียสและลำไยสุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (± 2) องศาเซลเซียส

วันที่ ทำการ ทดลอง	ความกรอบ		กลิ่น		สี		รสชาติ		ความชอบรวม	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
0	7.80 ^a	7.70 ^a	7.50 ^a	7.20 ^a	7.00 ^a	7.30 ^a	7.50 ^a	7.20 ^a	7.80 ^a	7.70 ^a
2	7.33 ^a	7.40 ^a	7.26 ^a	7.20 ^a	6.86 ^a	6.86 ^a	7.46 ^a	7.40 ^a	7.33 ^a	7.26 ^a
4	6.60 ^a	7.40 ^a	6.26 ^a	7.33 ^b	5.46 ^a	6.93 ^b	6.53 ^a	7.46 ^b	6.13 ^a	7.33 ^b
6	6.26 ^a	6.68 ^a	6.53 ^a	6.46 ^a	5.20 ^a	7.20 ^b	6.40 ^a	6.73 ^a	6.06 ^a	7.06 ^b
8	6.30 ^a	6.50 ^a	5.93 ^a	6.13 ^a	4.93 ^a	5.96 ^b	6.26 ^a	6.66 ^a	6.00 ^a	6.93 ^b
10	6.60 ^a	6.26 ^a	5.86 ^a	5.80 ^a	4.40 ^a	5.80 ^b	6.26 ^a	6.53 ^a	6.00 ^a	6.33 ^a
12	6.06 ^a	6.06 ^a	6.13 ^a	5.80 ^a	4.73 ^a	4.30 ^a	6.06 ^{ns}	6.40 ^{ns}	6.00 ^a	6.33 ^a
14	5.93 ^a	6.00 ^a	5.80 ^a	5.60 ^a	4.00 ^a	4.00 ^a	5.73 ^{ns}	6.13 ^{ns}	5.40 ^a	6.06 ^a

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ C คือ control T คือ treatment

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี เป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงการยอมรับของผู้บริโภคเป็นอันดับแรก que ผู้บริโภคบอกได้ถึงคุณภาพที่ลดลงของ ลำไย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันที่ 8 และวันที่ 10 ของการเก็บรักษาอาจบอกได้ถึงอายุการเก็บของ

ลำไยชุดควบคุม และลำไยชุดที่ผ่านการใช้สารเคมีผสม ถึงแม้ว่าคุณภาพทางด้านอื่นๆ เช่น ความกรอบ กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถึงวันที่ 14

5.3 เปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารเคมีชนิดที่ได้จากการทดลอง และศึกษาอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ คุณภาพของผลิตผลในระหว่างการขนส่งและรอจำหน่าย

การศึกษาศภาพการขนส่งลำไย ทำการทดลองโดยใช้ลำไยพันธุ์ค้อ จากสวนของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยลำไยจะถูกเก็บเกี่ยวในช่วงเช้า บรรจุในตะกร้าพลาสติกสีเหลือง ขนาด 20 กิโลกรัมและมีใบลำไยรองพื้น ทำการขนส่งจากแหล่งปลูกมายังจุดที่ทำการทดลองคือจุดรับซื้อของบริษัทพีชไทย อ. เมือง จังหวัดลำพูน ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำการรับซื้อลำไยเพื่อจำหน่ายในตลาดในประเทศและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ทำการคัดเลือกซื้อลำไยที่มีผลขนาดสม่ำเสมอ และมีจำนวนผลต่อช่อใกล้เคียงกัน ผลปราศจากตำหนิและเชื้อโรค เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่แช่ในสารเคมีผสมระหว่าง โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่ระยะเวลาในการจุ่มนาน 5 นาที และลำไยที่เป็นชุดควบคุมคือลำไยที่ผ่านการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยทำการวางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ CRD มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 11 กิโลกรัม

- กรรมวิธีที่ 1 รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และการบรรจุในกล่องกระดาษ
- กรรมวิธีที่ 2 แช่ในสารผสมระหว่าง โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาของการแช่ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และบรรจุในกล่องกระดาษ
- กรรมวิธีที่ 3 รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และบรรจุในตะกร้าพลาสติก
- กรรมวิธีที่ 4 แช่ในสารผสมระหว่าง โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ระยะเวลาของการแช่ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและบรรจุในตะกร้าพลาสติก

การรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และการแช่สารเคมีผสม ทำการทดลอง ณ จุดรับซื้อลำไย โดยที่การรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จะทำการรมตามระยะเวลาและปริมาณของสารกำหนด

ตามเกณฑ์กำหนดเพื่อการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ โดยบรรจุลำไยในในตะกร้าพลาสติก และนำเข้าห้องรมเวลา 17.00 น. และนำออกจากห้องรมเวลา 20.00 น. จากนั้นนำลำไยที่ผ่านการรม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์บรรจุลงในกล่องกระดาษหรือตะกร้าพลาสติก ส่วนลำไยที่แช่ในสารเคมีผสม จะนำมาแช่ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที จากนั้นนำลำไยมาผึ่งให้แห้ง แล้วทำการบรรจุลำไยในตะกร้าพลาสติกหรือกล่องกระดาษ ซึ่งขั้นตอนของการบรรจุลงในภาชนะ บรรจุจะทำการบรรจุโดยใช้แรงงานที่มีประสบการณ์ในการบรรจุของบริษัทพีชไทย เพื่อทำการ บรรจุให้ได้ในปริมาณตามที่กำหนดและป้องกันผลลำไยเคลื่อนที่ในขณะขนส่ง หลังจากนั้นทำการ ขนส่งดังนี้

การขนส่งลำไยไปยังตลาดขายส่งในประเทศ

โดยรถกระบะทำการจ้างรถขนส่งลำไยจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท

กรุงเทพมหานครใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำลำไยไปทำการเก็บ รักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน

การขนส่งลำไยไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ

โดยทำการขนส่งโดยรถห้องเย็น จากจุดรับซื้อคือบริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ไปยังท่า เรือคลองเตย กรุงเทพฯ โดยใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 15 ชั่วโมง

ในการขนส่งทั้ง 2 แบบบันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการขนส่งของภาชนะบรรจุและผลิตภัณฑ์ ทุก 2-3 ชั่วโมง
2. การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุ ระหว่างการขนส่ง ทุก 2-3 ชั่วโมง
3. การเปลี่ยนแปลงสีของผิวเปลือกระหว่างการขนส่ง ทุก 2-3 ชั่วโมงและระหว่างการ เก็บรักษา
4. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา
5. เปอร์เซ็นต์ผลร่วงระหว่างการเก็บรักษา
6. เปอร์เซ็นต์ผลที่เน่าเสียระหว่างการเก็บรักษา
7. เปอร์เซ็นต์ผลที่เกิดเชื้อราระหว่างการเก็บรักษา
8. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ระหว่างการเก็บรักษา

5.3.1 การขนส่งไปยังตลาดในประเทศ

โดยใช้รถกระบะทำการขนส่งลำไยจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร ใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำลำไยไปทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน วัตถุประสงค์ในการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาได้ผลการทดลองดังนี้

5.3.1.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุและผลต่อผลระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา

1) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุระหว่างการขนส่ง

จากตารางที่ 5.65 แสดงค่าอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่าในขณะที่ขนส่งอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุของทุกระบบวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการขนส่ง โดยมีค่าระหว่าง 26.23 - 27.70 องศาเซลเซียส และภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีอุณหภูมิสูงกว่าภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก โดยที่ในระหว่างการขนส่งพบว่า อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่สารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าอุณหภูมิเท่ากับ 27.70 องศาเซลเซียส ที่ชั่วโมงที่ 10 ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุระหว่าง 26.30 - 26.87 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.65 อุณหภูมิระหว่างการขนส่งภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โซเดียม เมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิของภาชนะบรรจุลำไย (องศาเซลเซียส)				
		ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	26.23 ^b	25.93 ^b	25.70 ^b	26.17 ^b	26.37 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	27.70 ^a	27.33 ^a	27.30 ^a	27.53 ^a	27.70 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	26.23 ^a	26.10 ^b	25.67 ^b	26.23 ^b	26.30 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	26.30 ^a	25.23 ^b	25.93 ^b	27.27 ^a	26.87 ^b

^a ภายในสัณฐานเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 5.66 แสดงค่าอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม และการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพืชไท อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุทุกวัน พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุมีค่าเพิ่มสูงมากขึ้น มีค่าระหว่าง 26.30-34.03 องศาเซลเซียส โดยภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีแนวโน้มของอุณหภูมิสูงกว่าภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก และเมื่อทำการเก็บรักษา เป็นเวลา 4 วัน พบว่าอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมรวมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอุณหภูมิ เป็น 34.03 องศาเซลเซียส ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีค่าอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุ อยู่ระหว่าง 29.10-29.87 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่เก็บรักษาผลลำไยมีการหายใจตลอดเวลาและมีการคายความร้อนเกิดขึ้น (จริงแท้, 2544) แต่การระบายความร้อนของภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีการระบายได้น้อยกว่าภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก เนื่องจากลักษณะของภาชนะสำหรับบรรจุลำไยส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศที่เป็นตะกร้าพลาสติกจะมีการเจาะรูหรือช่องระบายอากาศมากกว่ากล่องกระดาษ โดยช่องระบายอากาศจะมีทั้งด้านบน ด้านข้าง และด้านล่างของภาชนะบรรจุ ซึ่งพบว่าการระบายอากาศมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว ในขณะที่กล่องกระดาษซึ่งปกติจะมีประมาณ 5 % ของพื้นที่ ซึ่งสามารถถ่ายเทความร้อนได้เฉพาะรูที่เจาะไว้เท่านั้น (นิธิยา และคณะ, 2548) ดังนั้นกล่องกระดาษจึงเกิดความร้อนสะสมในภาชนะบรรจุเพิ่มขึ้นตลอดเวลาในการเก็บรักษา

ตารางที่ 5.66 อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ใน สารเคมี ผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิของภาชนะบรรจุลำไย ^{1/} (องศาเซลเซียส)			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	26.37 ^b	28.97 ^b	28.37 ^c	29.10 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	27.70 ^a	31.10 ^a	31.17 ^a	34.03 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	26.30 ^b	28.30 ^b	29.10 ^{bc}	29.17 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	26.87 ^b	28.67 ^b	29.80 ^b	29.87 ^b

^{1/} ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของลำไย

จากตารางที่ 5.67 แสดงค่าอุณหภูมิของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิของลำไยทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่าในขณะที่ขนส่งอุณหภูมิของลำไยมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยพบว่าอุณหภูมิของลำไยในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการขนส่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 26.23-27.17 องศาเซลเซียส และเมื่อทำการขนส่ง เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมงพบว่า อุณหภูมิของลำไยที่ผ่านการแช่สารเคมีผสมมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอุณหภูมิระหว่าง 26.83 - 26.93 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าระหว่าง 25.90 - 26.00 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.67 อุณหภูมิระหว่างการขนส่งของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิของลำไย ¹⁾ (องศาเซลเซียส)				
		ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	26.40 ^b	26.27 ^b	26.33 ^a	25.73 ^b	26.00 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	27.67 ^a	27.73 ^a	26.73 ^a	26.77 ^{ab}	26.93 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	25.63 ^c	25.83 ^b	25.80 ^a	26.07 ^{ab}	25.90 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	26.23 ^b	25.87 ^b	25.60 ^a	27.17 ^a	26.83 ^a

¹⁾ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.68 แสดงค่าอุณหภูมิของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกอุณหภูมิของลำไยทุกวัน พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นอุณหภูมิของลำไยมีค่าเพิ่มสูงมากขึ้น โดยอุณหภูมิของผลลำไยในวันที่ 4 มีค่าระหว่าง 29.53-32.57 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของลำไยที่บรรจุภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีแนวโน้มสูงกว่าภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก โดยลำไยที่บรรจุในกล่องกระดาษมีอุณหภูมิ 29.57-32.57 องศาเซลเซียส ส่วนลำไยที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกมี อุณหภูมิ 29.37-29.53 องศาเซลเซียส และเมื่อทำการเก็บรักษา เป็นเวลา 4 วัน พบว่าอุณหภูมิของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอุณหภูมิเท่ากับ 32.57 องศาเซลเซียส ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีค่าอุณหภูมิของลำไย อยู่ระหว่าง 29.37-29.57 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับอุณหภูมิของภาชนะบรรจุทั้งระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่เก็บรักษาลำไยมีการหายใจตลอดเวลา และมีการคายความร้อนเกิดขึ้น (จริงแท้, 2544)

ตารางที่ 5.68 อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิของผลลำไย ^v (องศาเซลเซียส)			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	26.00 ^b	28.97 ^b	28.23 ^c	29.57 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	26.93 ^a	31.00 ^a	30.47 ^a	32.57 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	25.90 ^b	28.30 ^b	28.80 ^c	29.37 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	26.83 ^a	28.13 ^b	29.47 ^b	29.53 ^b

^v ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.3.1.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุลำไยระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา

จากตารางที่ 5.69 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่าในขณะที่ขนส่งความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการขนส่ง เมื่อทำการขนส่งเป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง พบว่ามีค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 93.87-97.57 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษ มีค่าสูงกว่าภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติกและความชื้นสัมพัทธ์ของภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่สารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 97.57 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุของลำไยในกรรมวิธีอื่น มีค่าระหว่าง 93.87 - 94.80 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5.69 ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการขนส่งภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุของลำไย ^u (เปอร์เซ็นต์)				
		ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	88.60 ^a	93.80 ^a	94.23 ^a	94.37 ^a	93.87 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	87.53 ^a	94.70 ^a	95.63 ^a	96.90 ^a	97.57 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	86.43 ^a	90.87 ^b	91.30 ^b	96.63 ^a	94.80 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	89.73 ^a	89.90 ^b	91.13 ^b	95.47 ^a	94.33 ^b

^u ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.70 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกความชื้นสัมพัทธ์ทุกวัน พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้นความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเพิ่มสูงมากขึ้น โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุลำไยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีค่าระหว่าง 89.73-96.37 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีแนวโน้มสูงกว่าภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก โดยภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีค่าอยู่ระหว่าง 92.13-96.37 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติกมีค่าอยู่ระหว่าง 89.17-92.63 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 96.37 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 89.73 - 92.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับค่าของอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุทั้งระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาและค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุระหว่างการขนส่ง ทั้งนี้เนื่องมาจากในขณะทำการขนส่งและเก็บรักษาลำไยมีการหายใจตลอดเวลาและมีการคายน้ำของลำไยเพื่อระบายความร้อน (จริงแท้, 2544) แต่การระบายความร้อนของภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษสามารถระบายได้เฉพาะในส่วนที่เป็นรูที่เจาะไว้เท่านั้น (นิธิยาและคณัย, 2548) ในขณะที่การ

ระบายความร้อนของตะกร้าพลาสติกสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่า เนื่องจากมีรูระบายอากาศต่อพื้นที่ผิวมากกว่า

ตารางที่ 5.70 ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาของภาชนะบรรจุลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ความชื้นสัมพัทธ์ของภาชนะบรรจุของลำไย ¹ (เปอร์เซ็นต์)			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	93.87 ^b	92.10 ^b	80.77 ^b	92.13 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	97.57 ^a	97.47 ^a	89.47 ^a	96.37 ^b
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	94.80 ^b	87.47 ^b	85.97 ^{ab}	92.63 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	94.33 ^b	90.73 ^b	79.87 ^b	89.73 ^a

¹ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.3.1.3 การเปลี่ยนแปลงด้านสีผิว

จากตารางที่ 5.71 แสดงค่า L* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการจำลองการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลค่า L* ของลำไยทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่า ค่า L* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและรมลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 54.20-55.21 เมื่อทำการขนส่งลำไยเป็นเวลา 10 ชั่วโมง พบว่าค่า L* ของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีแนวโน้มสูงกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยสารเคมีผสม โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 56.97- 58.18 ส่วนค่า L* ของลำไยที่ผ่านการแช่สารเคมีผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 54.43-56.43 ทั้งนี้เนื่องจากสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณสมบัติเป็น reducing agent ช่วยในการฟอกสีของเปลือกลำไย และยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (ไพบูลย์, 2532)

ตารางที่ 5.71 ค่า L* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก ทำการขนส่งโดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า L* ของลำไย ^u					
		ชม 0	ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	55.21 ^a	56.30 ^a	57.56 ^b	56.24 ^a	57.58 ^a	58.18 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	54.20 ^a	54.67 ^a	52.26 ^b	55.45 ^a	52.98 ^b	54.43 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	55.21 ^a	57.14 ^a	54.01 ^{ab}	54.72 ^a	57.76 ^a	56.97 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	54.20 ^a	54.36 ^a	55.30 ^{ab}	54.71 ^a	56.80 ^a	56.43 ^a

^u ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณณกเดียวกันแสดงควมแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5.72 ค่า L* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า L* ของลำไย ^u			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	58.18 ^a	57.12 ^b	56.97 ^c	56.63 ^c
สารผสม	กล่องกระดาษ	54.43 ^a	52.95 ^{ab}	51.84 ^{bc}	46.04 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	56.97 ^a	54.71 ^{ab}	52.64 ^b	52.29 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	56.43 ^a	51.35 ^a	48.51 ^a	45.94 ^a

^u ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณณกเดียวกันแสดงควมแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.72 แสดงค่า L* ซึ่งเป็นค่าความสว่างของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม และการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้

ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกค่า L^* ทุกวัน พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้นค่า L^* ของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลง โดยที่ ค่า L^* ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 54.43-58.18 และค่า L^* ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 45.94-56.63 โดยค่า L^* ของลำไยที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีแนวโน้มสูงกว่าลำไยที่บรรจุภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก โดยภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีค่าอยู่ระหว่าง 46.04-56.63 ส่วนภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติกมีค่าอยู่ระหว่าง 45.94-52.29 และค่า L^* ของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่ามากกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โดยที่ลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 56.63 ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติกมีค่า L^* ต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 45.94

ตารางที่ 5.73 ค่า a^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก ที่ทำการขนส่งโดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า a^* ของลำไย ^v					
		ชม 0	ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	3.50 ^a	4.44 ^{ab}	4.42 ^a	4.24 ^a	4.88 ^a	4.37 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	4.06 ^a	5.58 ^a	4.53 ^a	4.23 ^a	5.53 ^a	4.90 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	3.50 ^a	3.29 ^b	3.80 ^a	4.54 ^a	4.32 ^a	3.84 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	4.06 ^a	4.82 ^{ab}	5.50 ^a	5.56 ^a	4.73 ^a	5.19 ^a

^v ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.73 แสดงค่า a^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมืองจังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลค่า a^* ของลำไยทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเริ่มต้นของการทดลอง ค่า a^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและรมลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า

ระหว่าง 3.50 - 4.06 เมื่อทำการขนส่งลำไยเป็นเวลา 10 ชั่วโมง พบว่าค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.84 - 5.19 และลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยสารเคมีผสมมี a^* มากกว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แต่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 5.74 แสดงค่า a^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีซีไอ อำเภอเมืองจังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกค่าทุกวัน พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้นค่า a^* ของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ค่า a^* ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 3.84-5.19 และค่า a^* ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 6.47-8.47 และค่า a^* ของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าน้อยกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โดยที่ลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 6.47 ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติกมีค่า a^* สูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 8.47

ตารางที่ 5.74 ค่า a^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า a^* ของลำไย ¹⁾			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	4.37 ^a	6.56 ^a	6.48 ^a	6.47 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	4.90 ^a	5.82 ^a	7.74 ^{ab}	8.47 ^b
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	3.84 ^a	4.80 ^a	6.51 ^a	6.69 ^{ab}
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	5.19 ^a	7.02 ^a	8.48 ^b	8.37 ^b

¹⁾ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5.75 ค่า b^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก ทำการขนส่งโดยรถกระบะจากจังหวัด ลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า b^* ของลำไย ^v					
		ชม 0	ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	35.00 ^a	34.60 ^{ab}	35.01 ^a	35.61 ^a	35.35 ^a	35.56 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	33.75 ^a	31.87 ^c	32.24 ^b	32.53 ^a	31.61 ^a	33.35 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	35.00 ^a	35.27 ^a	35.39 ^a	35.36 ^a	35.88 ^a	33.63 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	33.75 ^a	33.05 ^{bc}	33.80 ^{ab}	32.83 ^a	33.25 ^{ab}	32.97 ^a

^v ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.75 แสดงค่า b^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีซีไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลค่า b^* ของลำไยทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่า เมื่อเริ่มต้นของการทดลอง ค่า b^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและรมลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าระหว่าง 33.75-35.00 เมื่อทำการขนส่งลำไยเป็นเวลา 10 ชั่วโมง พบว่าค่า b^* มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 32.97 - 35.56

ตารางที่ 5.76 แสดงค่า b^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกค่า b^* ทุกวัน โดยที่ ค่า b^* ในวันแรกของการเก็บรักษาของทุกระบบวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 32.97-35.56 เมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น พบว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า b^* ลดอย่างรวดเร็ว โดยในวันแรกของการเก็บรักษาค่า b^* ระหว่าง 33.35 - 33.97 และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีค่าระหว่าง 23.66 - 24.42 ส่วนลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าลดลงน้อยมาก โดยในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าระหว่าง 33.63 - 35.56 และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา มีค่าระหว่าง 32.76 - 35.02 นอกจากนี้ยังพบว่าค่า b^* ของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่ามากกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่า b^* สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 35.02 ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่า b^* ต่ำที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 24.42

ตารางที่ 5.76 ค่า b^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า b^* ของลำไย ^v			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	35.56 ^a	34.55 ^a	35.00 ^a	35.02 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	33.35 ^a	29.75 ^b	26.99 ^b	23.66 ^b
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	33.63 ^a	34.05 ^a	33.11 ^a	32.76 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	32.97 ^a	29.28 ^b	27.24 ^b	24.42 ^b

^v ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5.77 ค่า Hue (H*) ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก ทำการขนส่งโดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า H* ของลำไย ^{1/}					
		ชม 0	ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	84.34 ^a	82.74 ^{ab}	82.80 ^a	83.18 ^a	82.10 ^a	82.96 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	83.15 ^a	80.09 ^a	82.03 ^a	82.60 ^a	80.05 ^a	81.67 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	84.34 ^a	84.74 ^b	83.89 ^a	82.69 ^a	83.17 ^a	83.51 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	83.15 ^a	81.72 ^{ab}	80.81 ^a	80.44 ^a	81.95 ^a	81.06 ^a

^{1/} ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.77 แสดงค่า hue ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีซีที อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่า เมื่อเริ่มต้นของการทดลองและตลอดระยะเวลาในการขนส่ง ค่า hue ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและรมลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าระหว่าง 81.06-84.34 แต่ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีแนวโน้มสูงกว่าลำไยที่แช่ในสารเคมีผสม

ตารางที่ 5.78 ค่า chroma (C*) ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก ที่ทำการขนส่งโดยรถกระบะจากจังหวัดลำพูนไปยังตลาดไท กรุงเทพมหานคร

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า C* ของลำไย ¹					
		ชม 0	ชม 2	ชม 4	ชม 6	ชม 8	ชม 10
SO ₂	กล่องกระดาษ	35.17 ^a	34.89 ^b	35.30 ^b	35.90 ^a	35.70 ^b	35.86 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	34.00 ^a	32.36 ^a	32.57 ^a	32.81 ^a	32.14 ^a	33.74 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	35.17 ^a	35.44 ^a	35.60 ^b	35.65 ^a	36.15 ^b	33.86 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	34.00 ^a	33.41 ^{ab}	34.25 ^{ab}	33.33 ^a	33.59 ^{ab}	33.39 ^a

¹ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.78 แสดงค่า chroma ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลค่า chroma ของลำไยทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่าค่า chroma ซึ่งเป็นค่าแสดงถึงความเข้มของสี ถ้าค่า chroma มีค่ามากแสดงว่าความเข้มของสีที่ปรากฏมากขึ้นด้วย เมื่อเริ่มต้นของการทดลองและตลอดระยะเวลาการขนส่งเป็นเวลา 10 ชั่วโมง พบว่าค่า chroma ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและรมลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 32.14-35.86 แต่ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์แช่มีแนวโน้มของค่า chroma มากกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสม

ตารางที่ 5.79 ค่า Hue (H*) ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า H* ของลำไย ^u			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	82.96 ^a	69.14 ^b	79.55 ^b	79.57 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	81.67 ^a	78.97 ^b	73.87 ^a	70.30 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	83.51 ^a	81.99 ^b	78.94 ^b	78.50 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	81.06 ^a	76.70 ^a	72.73 ^a	71.12 ^a

^u ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.79 แสดงค่า hue ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมืองจังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกค่า hue ทุกวัน โดยที่ ค่า hue ในวันแรกของการเก็บรักษาของทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 81.06-83.51 แต่เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นพบว่าลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่า hue ลดลง โดยเฉพาะลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า hue ลดลงอย่างรวดเร็ว มีค่า hue ลดลงจาก 80.06-81.67 ในวันแรกของการเก็บรักษา ลดลงเป็น 70.30-71.12 ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าลดลงน้อยกว่าโดยในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าระหว่าง 82.96-83.51 และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีค่าระหว่าง 78.50-79.57 นอกจากนี้ยังพบว่าค่า hue ของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่ามากกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 วันพบว่าที่ลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่า hue สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 79.57 ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีค่า hue ต่ำที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 70.30 ซึ่งค่า hue ซึ่งเป็นค่าแสดงช่วงสีของวัตถุซึ่งอยู่ในช่วงใกล้เคียง 90 องศาแสดงว่าผลลำไยมีสีเหลือง แต่ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า hue มากกว่าแสดงว่าลำไยมีสีเหลืองมากกว่าซึ่งสอดคล้องกับค่า C* และค่า L* ที่มีค่ามากกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม

ตารางที่ 5.80 ค่า chroma (C*)ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ค่า C* ของลำไย ¹⁾			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	35.86 ^a	39.15 ^b	35.59 ^b	35.62 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	33.74 ^a	30.32 ^a	28.12 ^a	25.14 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	33.86 ^a	34.39 ^{ab}	33.74 ^b	33.45 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	33.39 ^a	30.13 ^a	28.53 ^b	25.81 ^a

¹⁾ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณฐานเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.80 แสดงค่า chroma ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพืชไท อำเภอเมืองจังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกค่าทุกวัน พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้นค่า chroma ของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลง โดยที่ ค่า chroma ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 33.39-35.86 แต่เมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น ค่า chroma ของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงซึ่งลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า chroma ลดลงรวดเร็วกว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยค่าจาก 33.39-33.74 ลดลงเป็น 25.14-25.81ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ค่า chroma ของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงจาก 33.86-35.86 เป็น 33.45-35.62 และตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วันพบว่าค่า chroma ของลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่ามากกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 39.15-33.45 ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่าเท่ากับ 33.74-25.14

5.3.1.4 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก

จากตารางที่ 5.81 แสดงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม และการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัท พีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกการสูญเสียน้ำหนักทุกวัน พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาลำไยนานขึ้น มีการสูญเสียน้ำหนักของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากลำไยมีการคายน้ำ เพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจของผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษา (จริงแท้, 2544) โดยเมื่อเก็บรักษาลำไยเป็นระยะเวลา 4 วัน ลำไยมีการสูญเสียน้ำหนัก 7.57 - 10.73 เปอร์เซ็นต์ โดยลำไยที่จุ่มในสารเคมีผสมมีแนวโน้มในการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 9.52-10.73 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีการสูญเสียน้ำหนัก 7.57 - 8.82 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5.81 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก ¹⁾			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	0.64 ^a	3.79 ^b	5.07 ^c	7.57 ^c
สารผสม	กล่องกระดาษ	0.75 ^a	4.08 ^b	6.55 ^{ab}	9.52 ^{ab}
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	1.01 ^a	3.51 ^b	6.13 ^{bc}	8.82 ^{bc}
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	0.84 ^a	5.73 ^a	7.54 ^a	10.73 ^a

¹⁾ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสคริปต์เดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.3.1.5 ร้อยละการร่วงของผล

จากตารางที่ 5.82 แสดงร้อยละการร่วงของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขยเข่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกผลร่วงทุกวัน พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาลำไยเพิ่มขึ้น ลำไยมีการร่วงเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อทำการเก็บรักษาลำไยในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 วัน ปริมาณการร่วงของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าระหว่าง 6.67-40.00 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าลำไยที่รมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติกมีปริมาณการร่วงของผลลำไยมากกว่าการแช่ลำไยในสารเคมีผสม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยสารเคมีผสมมีปริมาณการร่วงของผลลำไย 6.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณการร่วงของผลลำไย 33.33 - 40.00 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเกิดจากลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีสารแคลเซียมคลอไรด์เป็นส่วนประกอบ จึงทำให้เซลล์ชั้นผลมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นเป็นผลให้สามารถชะลอการหลุดร่วงของผลได้

ตารางที่ 5.82 ร้อยละการร่วงของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ร้อยละการร่วงของลำไย ¹⁾			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	26.67 ^a	33.33 ^a	33.33 ^a	33.33 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	6.67 ^a	6.67 ^b	6.67 ^b	6.67 ^b
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	20.00 ^a	40.00 ^a	40.00 ^a	40.00 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	6.67 ^a	6.67 ^b	6.67 ^b	6.67 ^b

¹⁾ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.83 แสดงร้อยละการเน่าเสียของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกผลที่เน่าเสียทุกวัน พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาลำไยนานขึ้น ผลลำไยมีการเน่าเสียของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยเมื่อเก็บรักษาลำไยเป็นระยะเวลา 4 วัน ลำไยมีการเน่าเสีย 6.67 – 40.00 เปอร์เซ็นต์ โดยลำไยที่แช่ในสารเคมีผสมร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษ มีการเน่าเสียมากที่สุดซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีการเน่าเสีย 40.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีการเน่าเสีย 6.67 เปอร์เซ็นต์ และการบรรจุในกล่องกระดาษมีแนวโน้มของปริมาณลำไยที่เน่าเสียมากกว่าการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุในตะกร้าพลาสติกมีการระบายอากาศมากกว่ากล่องกระดาษ ซึ่งกล่องกระดาษมีการสะสมความร้อนและความชื้นที่เกิดจากการหายใจของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 5.83 ร้อยละการเน่าเสียของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ร้อยละการเน่าเสียของลำไย ¹			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	6.67 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	6.67 ^a	6.67 ^a	20.00 ^a	40.00 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	6.67 ^a	6.67 ^a	6.67 ^a	6.67 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	0.00	6.67 ^a	6.67 ^a	6.67 ^b

¹ ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณทกเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.3.1.6 ร้อยละของผลที่เกิดเชื้อรา

จากตารางที่ 5.84 แสดงร้อยละการเกิดเชื้อราของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะ

เวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 วัน ทำการบันทึกผลที่มีการเจริญของเชื้อราเกิดขึ้นทุกวัน พบว่ามีการเจริญเติบโตของเชื้อราเกิดขึ้นในวันที่ 4 โดยพบเฉพาะลำไยที่บรรจุในกล่องกระดาษ โดยลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีการเจริญของเชืือน้อยกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม ทั้งนี้เนื่องจากสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงนิยมนำมารวมควนลำไยเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (อุดมเกียรติ, 2534) ดังนั้นจึงมีการเจริญเติบโตของเชืือน้อยมากคือมีค่าเป็น 6.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีการเจริญเติบโตของเชื้อรา 60.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนลำไยที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกไม่พบการเจริญของเชื้อราตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ดังนั้นการบรรจุลำไยในตะกร้าพลาสติกสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ ทั้งนี้เนื่องจากในการบรรจุในตะกร้าพลาสติกมีการระบายอากาศมากกว่ากล่องกระดาษ ซึ่งกล่องกระดาษมีการสะสมความร้อนและความชื้นที่เกิดจากการหายใจของผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา (จริงแท้, 2544)

ตารางที่ 5.84 ร้อยละผลที่เกิดเชื้อราของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ร้อยละผลที่เกิดเชื้อราของลำไย ^u			
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	6.67 ^b
สารผสม	กล่องกระดาษ	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	60.00 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^b
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^b

^u ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัณณเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.85 แสดงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถกระบะจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังตลาดขายส่งในประเทศคือที่ตลาดไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็น

ระยะเวลา 4 วัน ทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทุกวัน พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากโดยในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 18.40 - 18.43 % และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีค่าเป็น 16.16 - 17.60 %

ตารางที่ 5.85 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารสารเคมีผสม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และ แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในกล่องกระดาษและตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 3 เปอร์เซ็นต์

ชนิดสาร	ภาชนะบรรจุ	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ^a (%)				
		เริ่มต้น	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
SO ₂	กล่องกระดาษ	18.43 ^a	18.53 ^a	18.43 ^a	17.21 ^a	17.21 ^a
สารผสม	กล่องกระดาษ	18.40 ^a	18.60 ^a	18.41 ^a	16.66 ^b	17.60 ^a
SO ₂	ตะกร้าพลาสติก	18.43 ^a	17.98 ^a	18.32 ^a	17.31 ^a	16.16 ^a
สารผสม	ตะกร้าพลาสติก	18.40 ^a	18.60 ^a	18.28 ^a	17.42 ^a	17.43 ^a

^a ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.3.2 การขนส่งไปยังตลาดต่างประเทศ

5.3.2.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของภาชนะบรรจุลำไยและผลิตภัณฑ์

การขนส่งลำไยไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ ทำการขนส่งโดยรถห้องเย็นซึ่งมีอุณหภูมิ 2 ± 3 องศาเซลเซียส จากจุดรับซื้อคือบริษัทพีซีที อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ไปยังท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ โดยใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 15 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.86 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการขนส่งของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ทำการขนส่งโดยรถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 2 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง

ระยะเวลา	อุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุ (องศาเซลเซียส)		อุณหภูมิของผลผลิต (องศาเซลเซียส)		ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุ (องศาเซลเซียส)	
	สารผสม	SO ₂	สารผสม	SO ₂	สารผสม	SO ₂
เริ่มต้น	27.45 ^a	26.59 ^a	26.54 ^a	25.68 ^a	76.49 ^a	75.56 ^a
ชมที่ 3	4.06 ^a	4.56 ^a	15.65 ^a	16.09 ^a	82.72 ^a	82.93 ^a
ชมที่ 6	3.15 ^a	3.37 ^a	12.95 ^a	13.06 ^a	84.47 ^a	85.42 ^a
ชมที่ 9	3.53 ^a	3.27 ^a	9.60 ^a	8.99 ^a	88.35 ^a	89.68 ^a
ชมที่ 12	3.68 ^a	3.75 ^a	5.45 ^a	5.96 ^a	91.20 ^a	91.57 ^a
ชมที่ 15	3.10 ^a	3.23 ^a	4.45 ^a	4.88 ^a	93.40 ^a	93.88 ^a

^aตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5.86 แสดงค่าอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุ อุณหภูมิของผลผลิต และความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถห้องเย็นจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ เพื่อจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 15 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการขนส่งมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก 3 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุของลำไยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในขณะที่ขนส่งโดยรถห้องเย็น โดยอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุของลำไยที่ผ่านการแช่สารเคมีผสมและลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีอุณหภูมิระหว่าง 3.10-4.56 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของผลลำไยมีการลดลงตลอดการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างผลลำไยที่แช่ในสารเคมีผสมและรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยอุณหภูมิเริ่มต้นมีค่า 26.54-26.68 องศาเซลเซียส และเมื่อทำการขนส่งเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมงพบว่าอุณหภูมิลดลงเป็น 4.45-4.88 องศาเซลเซียส สำหรับความชื้นสัมพัทธ์ของภาชนะบรรจุลำไยพบว่า มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการขนส่ง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างกรรมวิธีที่แช่ด้วยสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

5.3.2.2 การเปลี่ยนแปลงสีผิว

จากตารางที่ 5.87 แสดงค่า L^* , a^* , b^* ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำการขนส่งลำไยโดยรถห้องเย็นจากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไท อำเภอมะนัง จังหวัดลำพูนไปยังท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ เพื่อจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 15 ชั่วโมง ทำการบันทึกค่า L^* , a^* , b^* H^* และ C^* ทุก 3 ชั่วโมง พบว่า L^* ของผลลำไยในช่วงเริ่มต้นของการทำการทดลองลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า L^* สูงกว่าลำไยที่แช่ในสารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 55.19 และ 50.06 ตามลำดับ และตลอดระยะเวลาในการขนส่งลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า L^* มากกว่าลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม และเมื่อระยะเวลาในการขนส่งนานขึ้นค่า L^* ของลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลง โดยในชั่วโมงที่ 15 ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า L^* เท่ากับ 54.87 ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า L^* เท่ากับ 47.55 ทั้งนี้เนื่องจากการรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถควบคุมการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือกและผลลำไยได้ (จึงจึง, 2520)

ตารางที่ 5.87 ค่า L^* , a^* , b^* H^* และ C^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ระหว่างการขนส่งโดยรถห้องเย็น อุณหภูมิ 2 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง

ระยะเวลา	ค่า L^* ^a		ค่า a^* ^a		ค่า b^* ^a		ค่า H^* ^a		ค่า C^* ^a	
	สารผสม	SO ₂	สารผสม	SO ₂	สารผสม	SO ₂	สารผสม	SO ₂	สารผสม	SO ₂
ชม.ที่ 0	50.06 ^a	55.19 ^b	7.15 ^a	5.17 ^b	29.12 ^a	33.11 ^b	76.27 ^a	81.16 ^b	29.72 ^a	33.39 ^b
ชม.ที่ 3	51.35 ^a	54.54 ^b	7.18 ^a	5.27 ^a	32.19 ^a	36.02 ^a	77.48 ^a	81.69 ^b	32.76 ^a	36.31 ^a
ชม.ที่ 6	52.35 ^a	53.65 ^a	7.07 ^a	4.81 ^a	34.77 ^a	38.14 ^a	78.52 ^a	82.84 ^b	35.32 ^a	38.34 ^a
ชม.ที่ 9	50.88 ^a	52.96 ^a	5.86 ^a	5.32 ^a	36.37 ^a	39.42 ^b	80.88 ^a	82.40 ^a	36.69 ^a	39.60 ^b
ชม.ที่ 12	47.95 ^a	52.30 ^a	7.99 ^a	5.30 ^b	34.29 ^a	39.50 ^b	76.86 ^a	82.43 ^b	34.96 ^a	39.71 ^b
ชม.ที่ 15	47.55 ^a	54.87 ^b	8.12 ^a	5.09 ^b	34.00 ^a	39.19 ^b	76.52 ^a	82.63 ^b	34.74 ^a	39.35 ^b

^a ตัวอักษรกำกับภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สำหรับค่า a^* พบว่าในเริ่มต้นของการทำการทดลอง ลำโพงในสารเคมีผสมมีค่า a^* สูงกว่าลำโพงที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 7.15 ลำโพงที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า a^* เท่ากับ 5.17 และตลอดระยะเวลาในการขนส่ง ลำโพงที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า a^* มากกว่าลำโพงที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยในชั่วโมงที่ 15 ลำโพงที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า a^* เท่ากับ 8.12 ในขณะที่ลำโพงที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า a^* เท่ากับ 5.09

ค่า b^* ผลลำโพงพบว่าในเริ่มต้นของการทำการทดลอง ลำโพงที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า b^* สูงกว่าลำโพงที่แช่ในสารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 29.12 และ 33.11 ตามลำดับ และตลอดระยะเวลาในการขนส่งลำโพงที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า b^* น้อยกว่าลำโพงที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และเมื่อระยะเวลาในการขนส่งนานพบว่าค่า b^* ของลำโพงในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้น โดยในชั่วโมงที่ 15 ลำโพงที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า b^* เท่ากับ 39.19 ในขณะที่ลำโพงที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่า b^* เท่ากับ 34.00

ค่า hue ผลลำโพงพบว่าในระยะเริ่มต้นการทดลองและตลอดระยะเวลาของการขนส่ง ลำโพงผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า hue มากกว่าลำโพงที่แช่ในสารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 81.16-82.63 ในขณะที่ลำโพงที่แช่ในสารเคมีผสมมีค่าเท่ากับ 76.27-80.88

ค่า chroma ของลำโพงในระยะเริ่มต้นของการทำการทดลองและตลอดระยะเวลาในการขนส่งลำโพงพบว่าลำโพงที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่ามากกว่าลำโพงที่แช่ในสารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลำโพงที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า chroma เท่ากับ 33.39-39.35 ส่วนลำโพงที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีค่าเท่ากับ 29.72-36.69

5.3.2.3 คุณภาพของผลลำโพง

จากตารางที่ 5.88 แสดงคุณภาพของลำโพงที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แล้วบรรจุในตะกร้าพลาสติกๆ ละ 10 กิโลกรัม ทำการขนส่งลำโพงโดยรถที่ควบคุมอุณหภูมิ จากจุดรับซื้อคือที่บริษัทพีชไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูนไปยังท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ ส่งจำหน่ายไปยังต่างประเทศ โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่ง 15 ชั่วโมง พบว่าลำโพงที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าลำโพงที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 3.49 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ลำโพงที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีการสูญเสียน้ำหนัก 1.04 เปอร์เซ็นต์ และในระหว่างการขนส่งโดยรถห้องเย็นไม่พบ

ผลลำไยที่เป็นโรคและผลลำไยที่ไม่มีมีการเน่าเสีย เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้นและการยับยั้งการเน่าเสียอันเนื่องมาจากเชื้อราและแบคทีเรีย (Subramanyam *et al.*, 1975; Wills *et al.*, 1981) อย่างไรก็ตามพบว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีผลร่วง 13.33 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าระหว่าง 19.08 - 19.21 %

ตารางที่ 5.88 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ผลที่เป็นโรค ผลร่วง ผลเน่าเสีย และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของผลลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที และการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ร่วมกับการบรรจุในตะกร้าพลาสติก ระหว่างการขนส่งโดยรถห้องเย็น อุณหภูมิ 2 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง

คุณภาพของลำไย	สารผสม ^{1/}	SO ₂ ^{1/}
ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก	3.49 ^a	1.04 ^a
ร้อยละผลที่เป็นโรค	0.00 ^a	0.00 ^a
ร้อยละผลร่วง	0.00 ^a	13.33 ^a
ร้อยละผลเน่า	0.00 ^a	0.00 ^a
ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ เริ่มต้น %	19.96 ^a	19.28 ^a
ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ สิ้นสุดการขนส่ง %	20.91 ^a	19.08 ^a

^{1/}ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

5.3.3 การตรวจปริมาณสารตกค้าง

เนื่องจากการวิจัยได้ใช้สารเคมี 3 ชนิด คือ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 2000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ซึ่งความเข้มข้นของสารดังกล่าวที่ใช้มีปริมาณต่ำกว่าปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ตามกฎหมายอาหาร

6. สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลการปฏิบัติในทางการค้าของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาและการขนส่งลำไยจากเกษตรกรไปตลาดในประเทศและต่างประเทศ

ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างภาคเหนือ โดยคัดเลือกจังหวัดที่มีศักยภาพสูงในการปลูกลำไย 3 จังหวัดคือ เชียงใหม่ ลำพูน และพะเยา ทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามได้ผลดังต่อไปนี้

1. วิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร

การศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือเกษตรกรกลุ่มปรับปรุงคุณภาพลำไยในภาคเหนือ 3 จังหวัด คือจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และพะเยา จำนวน 150 คน และกลุ่มผู้ค้าลำไย จำนวน 30 คน สามารถสรุปได้ดังนี้สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) เกษตรกรที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุ 41-50 ปี สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา อาชีพหลักคือเกษตรกร พันธ์ที่นิยมปลูกคือพันธุ์อีดอ

2) เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวลำไย ดัชนีที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวการพิจารณาด้วยสายตา คือ สีผิว ขนาดของผล ลักษณะของผล และความหวาน เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวลำไยทั้งในช่วงเช้าและบ่าย การคัดเกรดลำไยพิจารณาจาก ขนาดผล จำนวนผลต่อช่อ และสีผิว โดยแบ่งเกรดลำไยเป็น 4 เกรดคือ AA, A,B, และ C ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุลำไย คือตะกร้าพลาสติก และกล่องกระดาษ โดยทำการบรรจุ 10-11 กิโลกรัมต่อกล่อง เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการลดความร้อนให้แก่ลำไย และไม่ได้มีการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไย ปัญหาในการจำหน่ายลำไยคือลำไยมีราคาต่ำ (10-15 บาทต่อกิโลกรัม) การเกิดโรค ลำไยผิวมีสีคล้ำและลำไยร่วง

2. วิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผู้ค้าท้องถิ่น

จากการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือกลุ่มผู้ค้าลำไย 3 จังหวัดคือเชียงใหม่ ลำพูน และพะเยา จำนวน 30 คน สามารถสรุปได้ดังนี้สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 41-50 ปี พันธุ์ที่นิยมขายคือพันธุ์อีดอ

2) ผู้ค้าลำไยมีการคัดเกรดลำไย โดยเป็น 4 เกรด คือ AA, A, B, C เกณฑ์ในการรับซื้อลำไย คือ พิจารณาจากความสวยของผิว ความไม่เป็นโรคของผล และความสม่ำเสมอของผลลำไย ในช่อผล ทำการบรรจุลำไยในเชิงไม้ ตะกร้าพลาสติกและกล่องกระดาษ โดยบรรจุ 20 กิโลกรัมต่อเชิงไม้ และ 10 กิโลกรัมต่อตะกร้าพลาสติก และพบว่าผู้ค้าลำไยส่วนใหญ่ไม่มีการลดความร้อนผลิตผลแต่มีเพียงบางส่วนที่มีการลดความร้อนโดยการพรมน้ำอย่างสม่ำเสมอ และมีการจำหน่ายไปยังต่างประเทศในบางส่วน (6.67%) พ่อค้าลำไยทำการขนส่งลำไยโดยรถยนต์ (96.67%) และ

รตห้องเย็นปรับอากาศ (3.33%) ปัญหาในการจำหน่ายลำไย คือลำไยมีราคาค่ำ เกิดโรคง่าย ผิวลำไยมีสีคล้ำ และผลลำไยร่วง

3. วิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผู้ค้าเพื่อส่งออกต่างประเทศ

จากการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือกลุ่มผู้ประกอบการค้าลำไยเพื่อการส่งออกจำนวน 11 ราย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ผู้ประกอบการค้าลำไยผลสดเพื่อการส่งออกมารับซื้อลำไยทั้งในและนอกฤดูกาล โดยทำการรับซื้อลำไยเฉพาะพันธุ์อีดอ เนื่องจากผลลำไยไม่เปลือกหนา ทนทานต่อการขนส่ง ทำการรับซื้อที่โรงคัดบรรจุของบริษัท ทำการบรรจุลำไยโดยจัดเรียงลงในตะกร้าพลาสติก 11 กิโลกรัมต่อตะกร้า ทำการชั่งน้ำหนัก คัดเกรดและแบ่งเกรดใหม่เป็น 3-12 เกรด โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นพนักงานของบริษัท และใช้ตราสัญลักษณ์หรือโลโก้ของแต่ละบริษัท ซึ่งตราสัญลักษณ์อาจเป็นรูปมังกร เสือ มด หรือตัวอักษรเป็นภาษาจีนหรือภาษาอังกฤษ เกณฑ์ในการแบ่งเกรดลำไยคือ ความสวยของผิว ขนาดของผลลำไยและความสม่ำเสมอของผลลำไย แล้วนำไปรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ บรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ ที่ปรับอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส

2) การขนส่งและการเก็บรักษาลำไยผลสดจากแหล่งผลิตในเขตจังหวัดภาคเหนือเพื่อจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศ ทำการขนส่งโดยรถตู้คอนเทนเนอร์ไปยังท่าเรือคลองเตยหรือท่าเรือแหลมฉบัง และขนส่งโดยทางเรือเพื่อส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศเช่น ประเทศจีนฮ่องกง สิงคโปร์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย และแคนาดา และทำการการเก็บรักษาลำไยผลสดในตู้คอนเทนเนอร์ที่มีอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส

3) ปัญหาของผู้ประกอบการค้าลำไยสดเพื่อการส่งออก คือ ราคาผลผลิตไม่แน่นอน ราคาผลผลิตตกต่ำ เนื่องจากระบบการขายที่ตลาดต่างประเทศเป็นระบบการขายแบบขายฝาก ทำให้ไม่สามารถกำหนดราคาเองได้

ตอนที่ 2 ศึกษาชนิดของสารเคมีที่เหมาะสมสามารถป้องกันการเน่าเสียและทำให้ลำไยมีผิวสวย

การศึกษานี้ของสารเคมีที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยและทำให้ลำไยมีผิวสวย โดยใช้ลำไยพันธุ์อีดอจากสวนในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ที่เก็บเกี่ยวในดอนเย็น บรรจุในตะกร้าพลาสติกสีเหลี่ยมขนาดบรรจุ 20 กิโลกรัมและมีใบลำไยรองพื้น ขนส่งโดยรถยนต์จากแหล่งปลูกมาถึงห้องปฏิบัติการในดอนเช้าของวันรุ่งขึ้น (ใช้เวลาเดินทางประมาณ 1 ชั่วโมง) นำมาคัดเลือกซอลำไยที่มีผลขนาดสม่ำเสมอและมีจำนวนผลใกล้เคียงกัน ปราศจากตำหนิและเชื้อโรค ซอละประมาณ 500 กรัม มาทดลองเพื่อคัดเลือกชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคมีที่มีผลต่อคุณภาพของลำไยด้านต่างๆ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสม

จากการศึกษาผลการใช้สารเคมีชนิดและความเข้มข้นต่างๆ ในการจุ่มลำไยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ ชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอกของผลลำไย ทำให้ลำไยมีสีผิวสวยและช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับลำไยพบว่าชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่คัดเลือกเพื่อนำไปใช้ได้แก่ สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm สารละลาย N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2

2. การศึกษาวิธีการใช้สารเคมีที่เหมาะสม

จากการศึกษาผลการใช้สารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และเวลาที่เหมาะสมได้แก่การจุ่มลำไยเป็นระยะเวลา 5 10 และ 15 นาทีและการพ่นสารเคมีผสมที่มีต่อปริมาณการเน่าเสีย การร่วงของผล การสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงของสีของผลลำไย พบว่าวิธีการใช้สารละลายผสมดังกล่าว และระยะเวลาที่ใช้จุ่มลำไย ไม่มีผลต่อปัจจัยต่างๆ ที่นำมาศึกษา ดังนั้นจึงคัดเลือกวิธีการจุ่มสารเคมีผสมระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM ที่ระยะเวลาในการจุ่มสารละลายผสมนาน 5 นาที

3. การศึกษาอุณหภูมิในการจุ่มสารเคมีผสม

จากการศึกษาอุณหภูมิในการจุ่มสารเคมีผสมของลำไย ที่อุณหภูมิ 37 45 50 และ 50 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิของสารเคมีผสมที่สูงขึ้นมีผลต่อค่าสีของผิวเปลือกนอกของลำไยมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สีของผิวเปลือกลำไยมีความสว่างกว่าที่อุณหภูมิต่ำอื่นๆ การใช้อุณหภูมิทั้ง 4 ระดับมีแนวโน้มไม่มีผลต่อการเน่าเสีย การร่วง และการสูญเสียน้ำหนัก

4. การศึกษาปัจจัยร่วมของสารเคมีผสม เวลาและอุณหภูมิ

การศึกษาปัจจัยร่วมของสารเคมีระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิของสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส เมื่อประเมินคุณภาพโดยรวมของ การประเมินคุณภาพการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอก คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี และการวัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter ให้ผลการทดลองของลำไยชุดควบคุมและลำไยชุดที่ผ่านการใช้สารเคมีต่างกัน โดยสารเคมีผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM มีผลในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเป็น

ผลให้เกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกของลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมดังกล่าว เกิดช้ากว่าลำไยชุดควบคุม ส่วนผลของการเปลี่ยนแปลงวิตามินซี การสูญเสียน้ำหนัก การเน่าเสีย และจำนวนจุลินทรีย์ พบว่าการใช้ปัจจัยร่วมของสารเคมีผสม ตามสภาวะการทดลองดังกล่าวให้ผลการทดลองของลำไยทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน

อายุการเก็บรักษาลำไย เมื่อเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาลำไยชุดควบคุมและลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสม ในสภาวะการทดลองที่ใช้ลำไยเป็นข้อๆละประมาณ 500 กรัม จุ่มในสารละลายผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิของสารละลายผสม 5 องศาเซลเซียส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 (\pm 2)$ องศาเซลเซียส พบว่าลำไยที่ผ่านการใช้สารเคมีผสมสามารถเก็บรักษาได้ไม่ต่ำกว่า 10 วัน ดังแสดงผลจากการทดลองคุณภาพทางประสาทสัมผัส การประเมินคุณภาพการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกนอก และการวัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter และยังพบว่าลำไยชุดที่ผ่านการใช้สารเคมีมีอายุการเก็บมากกว่าลำไยชุดควบคุมไม่ต่ำกว่า 2 วัน แต่อย่างไรก็ตามหากมีการใช้บรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยร่วมในการเก็บรักษาด้วยจะทำให้อายุการเก็บรักษาลำไยนานขึ้น

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารเคมีชนิดที่ได้

จากการทดลอง และศึกษาอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์
ระหว่างการขนส่งและรอจำหน่าย

การศึกษาสภาพการขนส่งลำไย ทำการทดลองโดยใช้ลำไยพันธุ์ค้อ จากสวนของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยลำไยจะถูกเก็บเกี่ยวในช่วงเช้า บรรจุในตะกร้าพลาสติกสีเหลือง ขนาด 20 กิโลกรัมและมีใบลำไยรองพื้น ทำการขนส่งจากแหล่งปลูกมายังจุดที่ทำการทดลองคือจุดรับซื้อของบริษัทพีซีไทย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ทำการขนส่งลำไยเพื่อจำหน่ายตลาดในประเทศโดยรถยนต์และขนส่งลำไยเพื่อจำหน่ายต่างประเทศโดยรถห้องเย็นสามารถสรุปผลการทดลองได้ผลดังต่อไปนี้

1. การขนส่งลำไยเพื่อจำหน่ายตลาดในประเทศ

เปรียบเทียบคุณภาพของลำไยที่แช่ในสารเคมีผสมระหว่าง โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2,000 ppm และ N-acetyl-L-cysteine ความเข้มข้น 5 mM และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ที่ระยะเวลาในการจุ่มนาน 5 นาที และลำไยที่เป็นชุดควบคุมคือลำไยที่ผ่านการ

รมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยทำการวางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ CRD มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 11 กิโลกรัม

1) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุและของลำไยในระหว่างการขนส่งด้วยรถยนต์และการเก็บรักษาของทุกระบบวิธีการมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา และภาชนะบรรจุที่เป็นกล่องกระดาษมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก

2) การเก็บรักษาลำไยที่ผ่านการขนส่งด้วยรถยนต์ พบว่าลำไยที่ผ่านการแช่สารเคมีผสมมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีผิว ($L^* a^* b^* H^* C^*$) ใกล้เคียงกับลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงเริ่มต้น แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 วันพบว่าค่า $L^* b^* H^*$ และ C^* ของลำไยที่ผ่านการแช่สารเคมีผสมมีค่าน้อยกว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

3) ลำไยที่แช่ในสารเคมีผสมมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 9.52-10.73 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีการสูญเสียน้ำหนัก 7.57 - 8.82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 วัน

4) ลำไยที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมมีการเปอร์เซ็นต์ร่วงของผลน้อยกว่าลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีการร่วง 6.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลำไยที่ผ่านการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณการร่วงของผล 33.33 - 40.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 วัน

5) การบรรจุลำไยในตะกร้าพลาสติกสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราและชะลอการเน่าเสียของผลลำไยได้ดีกว่าการบรรจุในกล่องกระดาษ

2. การขนส่งลำไยเพื่อจำหน่ายตลาดต่างประเทศ

ทำการเตรียมลำไยทั้ง 2 ชนิดเช่นเดียวกับการขนส่งในประเทศบรรจุลำไยในตะกร้าพลาสติก ๆ ละ 11 กิโลกรัมขนส่งด้วยรถห้องเย็นที่อุณหภูมิ 2 ± 2 องศาเซลเซียสจากลำพูนไปยังท่าเรือคลองเตยกรุงเทพฯ เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมงสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1) การจำลองการขนส่งลำไยไปตลาดต่างประเทศโดยใช้รถห้องเย็น พบว่าลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า $L^* b^* H^*$ และ C^* สูงกว่าลำไยที่แช่ในสารเคมีผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2) การขนส่งโดยรถห้องเย็น สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การร่วงของผลและการ

เจริญเติบโตของเชื้อรา โดยลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ไม่พบผลลำไยที่เป็นโรคและผลลำไยที่มีการเน่าเสีย แต่พบว่าลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีผลร่วง 13.33 เปอร์เซ็นต์

3) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ของลำไยที่ผ่านการแช่ในสารเคมีผสมและลำไยที่ผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

สรุปโดยภาพรวมของโครงการ

1. ผลงานวิจัยมีแนวโน้มนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ การใช้สารเคมีผสมชนิด GRAS จากการทดลองสามารถเก็บรักษาลำไยไว้ได้ 10 วันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในขณะที่ลำไยชุดควบคุม (ไม่ได้ใช้สารเคมี แต่จุ่มน้ำกลั่น) เก็บรักษาไว้ได้ 8 วันที่สภาวะเดียวกัน การใช้สารเคมีผสมเก็บรักษาลำไยไว้ได้นานกว่า 2 วัน การที่สามารถยืดอายุการเก็บลำไยสดไว้ได้นาน 2 วันซึ่งเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจ กล่าวคือสามารถจำหน่ายลำไยได้เพิ่มขึ้นแทนที่จะต้องสูญเสียผลผลิตเมื่อครบอายุการเก็บสามารถยืดอายุไปอีก 2 วันซึ่งก่อให้เกิดผลดีในแง่เศรษฐกิจมาก

2. ลำไยที่ใช้สารเคมีผสมชนิด GRAS จากการทดลอง ไม่สามารถทดแทนลำไยที่รมด้วย SO_2 ได้ทั้งในด้านการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการทำให้สีผิวลำไยสวย

ข้อเสนอแนะทางเลือกสำหรับการนำผลงานการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การใช้ประโยชน์จากผลงานการวิจัย การที่สารเคมีจากงานวิจัยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้มากกว่าลำไยชุดไม่ใช้สารเคมี 2 วัน อาจก่อให้เกิดประโยชน์มาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆขณะจำหน่าย เช่น

- ราคาลำไย หากลำไยขณะนั้นราคาสูงการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ 2 วันสามารถเพิ่มราคาให้กับผลผลิตได้มาก อย่างไรก็ตามการยืดอายุของลำไย 2 วันจากการใช้สารเคมีผสมในการทดลองมีค่าใช้จ่ายของต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นดังนี้

ชนิดของลำไย	ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น (บาท/1 กก.)	การเก็บรักษาที่ 4 ° ซ
ชุดควบคุม	-	8
สารเคมีผสมชนิด GRAS	50	10
ชนิดของลำไย	ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น (บาท/1 กก.)	การเก็บรักษาที่ 28 ° ซ
สารเคมีผสมชนิด GRAS	50	4
รม SO_2	1	มากกว่า 4 วัน

- ราคาสารเคมีหากซื้อในปริมาณมาก ๆ โดยไม่ผ่านผู้ขายหลายต่อราคาสารเคมีจะลดลง
- การจุ่มสารเคมีในขนาดถ้ำมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมอาจจุ่มได้ 4-5 ครั้ง (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการใช้สาร) - ต้นทุนการผลิตจะลดเหลือประมาณ 10 บาท ต่อถ้ำโลกรัม

ดังนั้นข้อมูลจากงานวิจัยนี้เป็นทางเลือกของผู้ใช้สำหรับผู้ส่งออก สามารถเลือกใช้ในสถานการณ์ที่มีปัจจัยเกื้อหนุนที่เหมาะสมดังกล่าว

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมการค้าภายใน. 2539. การสัมมนา แนวทางการส่งเสริมการตลาดลำไย ปี 2539 : เชียงใหม่
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. คู่มือการใช้สารกลุ่มคลอเรตบั้งกับการออกดอกของลำไยอย่างปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรรณิการ์ โตประเสริฐพงศ์. 2543. โปดัสเซียมคลอเรตระเบิดที่ไม่ต้องรอเวลา. For quality. (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2543): 1-6
- กัลปพฤกษ์ ลีละวัฒน์. 2534 . ผลกระทบของการใช้สารเคมี การลดอุณหภูมิ และการใช้ฟิล์มพลาสติกห่อผลที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลลิ้นจี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ . 128 หน้า.
- กัลยา วิธิ. 2540. ผลของสารประกอบคาร์บอนเนตและไบคาร์บอนเนตต่อคุณภาพและควบคุมเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp. และ *Pestalotiopsis* sp. บนลำไยหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 125 หน้า.
- โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่. 2543. การผลิตลำไย. เชียงใหม่. ศูนย์พัฒนาลำไยและลิ้นจี่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ. 296 หน้า.
- จันทร์สุดา รุ่งเรืองวงศ์. 2546. ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจในการผลิตลำไยนอกฤดูของชาวสวนลำไยในจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- จิรา ณ หนองคาย. 2536. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้ และดอกไม้. แมส พัชชิง. 272 หน้า.
- จิราภรณ์ สอดจิตร์ และธีรพร กงบังเกิด. 2545. การศึกษาสารเคมีทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานวิจัยเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
- จิราภรณ์ สอดจิตร์. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชาการแปรรูปอาหาร 2. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. 239 หน้า.
- จุฬาลักษณ์ วงศ์สระเจริญ จิตศิริ โฆวัฒนะกุล และบุญญาสิทธิ คลยศักดิ์. 2544. การใช้เซลล์ลูโลสผงที่ผลิตจากเปลือกถั่วเหลืองและเปลือกถั่วเขียวเพื่อลดการอมน้ำมันในปาห่องไก่ ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชิง ชิง ทองดี. 2535 . เอกสารประกอบการประชุมการรวมวันซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับลำไยหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก. 18 มีนาคม . 7 หน้า.
- ชิง ชิง ทองดี. 2520. การศึกษาพฤติกรรมของผลลำไยระหว่างการเก็บรักษา. กสิกร 50(2) : 95-97.
- คณัฏ บุญเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 222 หน้า.
- คณัฏ บุญเกียรติ. 2543. การเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิต่ำ. เชียงใหม่ : โครงการวิจัยเสนอต่อคณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ดาวเรือง ศรีทอง. 2530. ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- เดชา สุทธิใจ. 2543. กลยุทธ์การทำสวนลำไย ปี 2000 ด้วยตัวเอง. เมืองเกษตรแมกกาซีน. (มกราคม 2543) : 26-30
- ทัศนัวรรณ ทองพูน. 2543. การวิเคราะห์อุปสงค์และราคาของลำไยสดและผลิตภัณฑ์ลำไยของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ธิดา ไชยวงศ์. 2535. โรคของผลลำไยพันธุ์ดอก่อนและหลังเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 134 หน้า
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2545. เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 487 หน้า.
- นิธิยา รัตนพานนท์ และคณัฏ บุญเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. 236 หน้า.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2542. ไปดัสเซียมคลอเรต: ความหวังของชาวสวนลำไย. ศูนย์บางพระ. (กันยายน-พฤศจิกายน 2542): 18-19
- นिरนุช จันทรชิต. 2543. การผลิตลำไย. การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวลำไย . เชียงใหม่. ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ : 82 – 89
- ปียาวรรณ สกุลเจริญ. 2539. โอกาสขยายตลาดลำไยส่งออก. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- พรรรัตน์ สิ้นชัยพานิช และจันทร์ฉาย แจ้งสว่าง. 2540 . การสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไย. อาหาร 27(2) : 100-107.
- พรวิสาข์ บุญยงค์. 2544. การควบคุมการเน่าเสียของลำไยหลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และน้ำมันหอมระเหยจากมัสตาร์ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 143 หน้า.
- พัฒนชัย จตุพศ. 2545. การศึกษาสารเคมีชนิด GRAS เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก 122 หน้า.

- พาวิน มะโนชัย. 2543. ลำไย. เชียงใหม่ : สิรินาฏการพิมพ์.
- พิทักษ์ ปั่นทอง. 2542. สารกระตุ้นลำไยให้ออกดอกนอกฤดูกลาง ไปดัสเซียมคลอเรต. เกษตรการเกษตร. (กุมภาพันธ์ 2542): 66-72
- พิสุทธิ เอกอานวย. 2543. ลำไยไทยไปถึงไหนแล้ว. เกษตรการเกษตร. (มีนาคม 2543) : 93-97
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์ว่าสิก รุ่งนภา ประกอบกิจ และพิทยอดุลธรรม. 2538 . การสกัดใยอาหารจากเปลือกใยโกโก้และประยุกต์ในผลิตภัณฑ์เค้ก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตร์ปริญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์ว่าสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 458 หน้า.
- มนตรี คำนไพบุลย์. 2543. การเปรียบเทียบการผลิตและการตลาดของลำไย ในสาธารณรัฐประชาชนจีนและประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- รัตนา อัดตปัญญา. 2535. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และการควบคุมการใช้กับลำไยสด. เอกสารประกอบการบรรยายการอบรมเรื่อง เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวลำไยเพื่อการส่งออก . วันที่ 26-27 มิ.ย. 2535 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรุณรักษ์ ราสี. 2539. การควบคุมการเน่าเสียของลำไย (*Dimocarpus longan* Lour spp. *Longan* var *Longan*) วิทยานิพนธ์ วิทยาศาตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่
- สมคิด พรหมมา. 2544. โปแตสเซียมคลอไรด์ สูตรไม่ระเบิด งานวิจัยเด่นของ สกว. เมืองเกษตร. (มีนาคม 2544) : 59-61
- สมโภชน์ โกมลณัฒน์ สันต์ ละอองศรี และอรณพ วราธสวปติ. 2534. ผลของอุณหภูมิคำต่อลำไย. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมลาภ ตั้งจิรัชติ. 2545. การส่งผ่านราคาระหว่างตลาดผลิตภัณฑ์ลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2544. การผลิตสารผสมไปดัสเซียมคลอเรต เพื่อใช้เร่งดอกลำไยที่ปลดปล่อยจากการระเบิด. ประชาคมวิจัย. (มีนาคม 2544) : 4-7
- สำนักพาณิชย์จังหวัดลำพูน. 2544. สถานการณ์การผลิตและการตลาดลำไยจังหวัดลำพูน. ลำพูน.
- สุทิน สามาทอง. 2546. ผลที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้นำสาร ไปดัสเซียมคลอไรด์มาใช้ในสวนลำไย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- สุรศักดิ์ ศรีกุล อรพิน อินทร์แก้ว และชาย ไหมวิธ. 2540. การใช้สารเคลือบในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพและการเก็บรักษาของผลลองกอง. สถาบันวิจัยพืชสวน. 16(12) : 7-34.
- สุรศักดิ์ ศรีกุล. 2536. “วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวลองกอง” เรื่องเทคโนโลยีการผลิตและการเก็บเกี่ยวพืชสวนในภาคใต้เพื่อการส่งออก. วันที่ 22-24 กันยายน 2536. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี. สุราษฎร์ธานี. หน้า 53-78.

- สุรสิทธิ์ วงศ์การณ์. 2545. การตลาดลำไยในจังหวัดลำพูน ปี พ.ศ. 2544. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- เสน่ห์ ชุมแสน. 2530. การสำรวจและแยกเชื้อราจากผลลำไยที่เป็นโรคหลังการเก็บเกี่ยว. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 45 หน้า
- หลวง ชีระวิทย์. 2542. พบภูมิปัญญาชาวสวนไทยแห่งแรกทำสวนลำไยนอกฤดูโดยใช้คลอรีนน้ำ. เกษตร. (เมษายน 2542): 82-85
- อรพิน อินทร์แก้ว และสุรจิตติ ศรีกุล. 2535. “การใช้สารเคมีในการยืดอายุผลของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว.” วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวขององุ่นสุราษฎร์ธานี. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี. หน้า 53-78.
- อลงกรณ์ ทวีรักษา. 2544. เจาะตลาดลำไย. เทคโนโลยีชาวบ้าน. (พฤษภาคม 2544): 90.
- อารณี อินต๊ะไพร. 2546. ความสามารถในการแข่งขันของการส่งออกผลผลิตลำไยสดของภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- อุดมเกียรติ พรรณประเทศ. 2534. การใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร. สัมมนาปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 128 หน้า.
- Albert, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. and Watson, J.D. 1983. Molecular Biology of the Cell. Garland Publ. Inc. New York.
- Andrews, R.S. and Pridham, J.B. 1967. “Melanins from DOPA containing plants,” Phytochemistry. 6 : 13-18.
- Ashihara, H. and Stupavska, S. 1984. Comparison of activities and properties of pyrophosphate and adenosine triphosphate-dependent phosphofructokinase of black gram (*Phaseolus mungo*) seeds. Plant Physiology. 116 : 241-252.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Arlington.
- Baldwin, E.A., Nispexos-Carriedo, M.O., Chen, X. and Hagenmaier, R.D. 1996. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. Postharvest Biology and Technology. 9 : 151-163.
- Bangerth, F. 1973. Zur Wirkung eines reduzierten Drucks auf Physiologie, Qualitat and Lagerfahigkeit von Obst Gemuse und Schnittblume. Gartenbauwissenschaft, 38 : 479-508.

- Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Annual Review of Phytopathology*. 17 : 97-122.
- Benjamin, N.D. and Montgomery, M.W. 1973. Polyphenol oxidase of Royal Ann Cherries : purification and characterization. *J. Food Sci.* 38 : 799-806.
- Ben-Yehoshua, S. 1987. "Transpiration, water stress and gas exchange" *In* *Postharvest Physiology of Vegetables*. Edited by Weichmann, J., New York, Marcel Dekker, pp. 113-170.
- Beristain, C.I., Asuara, E., Cortes, R. and Garicia, H.S. 1990. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. *Int. J. of Food Sci & Technol.* 25 : 576 – 582.
- Billaud, C., Regaudie, E., Fayad, N., Richard-Forget, F. and Nicolas, J. 1995. Effect of cyclodextrins on polyphenol oxidation catalyzed by apple polyphenol oxidase. *In* "Enzymatic Browning and Its Prevention". ACS Symposium Series 600, Edited by Lee, C.Y. and Whitaker, J.R., Washington, D.C., American Chemical Society, pp. 295-312.
- Burton, W.G. 1982. Postharvest change and the loss of nutritive value and ripening and senescence of fruits. *In* "Post-harvest Physiology of Food Crops" New York, London, pp. 127-146, 181-198.
- Buta, J.G., H.E. Moline, D.W. Spaulding and C.Y. Wang. 2001. Extending storage life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives.
<http://www.nal.usda.gov/tic/tektran/data/000009/28/0000092811.html>
- Castaner, M., M.I.Gil, F.Artes, and F.A. Tomas-Barberan. 1996. Inhibition of browning of harvested head lettuce. *J. Food Sci.* 61 : 314-316
- Conway, W. S. , Sam, C. E. and Kelman, A. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium application. *Hort. Sci.* 29 : 751-754.
- Davidson, P. M. , Post, L. S., Branen, A. L. and McCurdy, A. R. 1983. Naturally occurring and miscellaneous food antimicrobials. p. 371. *In* "Antimicrobial in Foods" . Branen, A. L. and Davidson, P. M. (eds.). Marcel Dekker, New York.
- Davidson, P. M. and Juneja, V. K. 1990. Antimicrobial agents. pp. 83-138. *In* "Food Additives" . Branen, A. L., Davidson, P. M. and Salminen, S. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York.

- Dennis, D.T. and Coultate, T.P. 1966. Phosphofructokinase, a regulatory enzyme in plants. *Biochemistry and Biophysics Reservation Communications*. 25 : 187-191.
- Dixon, R.A. and Paiva, N.L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell* 7 : 1085-1097.
- Dorantes-Alvarez, L. and Chiralt, A. 2000. Color of Minimally Processed Fruits and Vegetables as Affected by some Chemical and Biochemical Changes. pp. 111-126. *In* "Minimally Processed Fruits and Vegetables. Fundamental Aspects and Applications. Alzamora, S. M., Tapia, M. S. and Lopez-Malo, A. (eds.). Aspen Publishers, Inc. Maryland.
- Eris, A., Turk, R.; Turkben, C.; Copur, O. U. 1994. The effects of vapour phase hydrogen peroxide applications on postharvest decay of grape cv. Muskule. *Acta Hort*. 368 : 777-785.
- Fallik, E.; Aharoni, Y.; Grinberg, S.; Copel, A.; Klein, J. D. 1994. Postharvest hydrogen peroxide treatment inhibits decay in eggplant and sweet red pepper. : *Crop Protection Year: 1994* Vol: 13 Issue: 6 Pages: 451-454
- Fleuriet, A. and Macheix, J.J. 1984. Orientation nouvelle du metabolisme des acides hydroxycinnamiques dans les fruits de tomates blesses (*Lycopersicon esculentum*). *Physiology Plant*. 61: 64.
- Forney, C.F. 1991. Vapor phase hydrogen peroxide inhibits postharvest decay of table grapes. *HortScience*. 26 (12) :
- Freese, E., Chue, C. W., and Galliers, E. 1973. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. *Nature* 241 : 321.
- Fujita, S., Saari, N., Maegawa, M., Tetsuka, T., Hayashi, N. and Tono, T. 1995. Purification and properties of polyphenol oxidase from cabbage (*Brassica oleracea* L.). *J. Agri. Food Chem*. 43 : 1138-1142.
- Galetti, L., Berger, H., Escalona, V., Saenz, C. and Araya, E. 1997. Modified atmospheres and ascorbic acid for minimum process of carrot slices. *In* "Fresh-cut Fruits and Vegetables and AP". Edited by Gorny, J.R., California, University of California, pp.139-144.
- Hanson, K.R. and Havir, E.A. 1981. "Phenylalanine ammonia-lyase" *In* "The Biochemistry of Plant". Vol.7, Edited by Conn, E.E., New York, Academic Press, p.577.
- Heller, W. 1994. Topic in the biosynthesis of plant phenols. *Acta Hort*. 381 : 46-73.

- Hsu, A.F., Shieh, J.J., Bills, D.D. and White, K. 1988. Inhibition of mushroom polyphenol oxidase by ascorbic acid derivatives. *J. Food Sci.* 53 (3) : 765-771.
- Iker, Y., Kader, A.A., Iker, R. and Morris, L.L. 1977. Anatomy of lettuce tissue affected by three physiological disorders. *HortScience*. 102 (4) : 426-428. In "Enzymatic Browning and Its Prevention". ACS Symposium Series 600, Edited by Lee, C.Y. and Whitaker, J.R., Washington, D.C., American Chemical Society, pp. 313-324.
- Kader, A.A. and Chordas, A. 1984. Evaluating the browning potential of Peaches. *California Journal of Agricultural*. 38 : 14-15.
- Kanner, J., Mendel, H. and Budowski, P. 1977. Prooxidant and antioxidant effects of ascorbic acid and metal salts in a β -carotene-linoleate model system. *J. Food Sci.* 42 : 60.
- Ke, D. and Saltveit, M.E. 1988. Plant hormone interaction and phenolic metabolism in the regulation of russet spotting in iceberg lettuce. *Plant Physiology* 88 : 1136-1140.
- Kennedy, R.A., Rumpho, M.E. and Fox, T.C. 1992. Anaerobic metabolism in plants. *Plant Physiology* 100: 1-6.
- Kim, B.S. and Klieber, A. 1997. Quality maintenance of minimally processed chinese cabbage with low temperature and citric acid dip. *J. Sci. Food Agri.* 75 : 31-36.
- Lambrecht, H.S. 1995. Sulfite substitutes for the prevention of enzymatic browning in food.
- Landrigan, M., Morris, S.C. and McGlasson, W.E. 1996. Postharvest browning of rambutan is a consequence of water loss. *J. American Society for Horticultural Science*. 121 (4) : 730-734.
- Laurila, E., R.Kervinen and R.Ahvenainen. 1998. The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits. *Postharvest News and Information* 9(4) : 53 N-66N
- Lee Kim M.S., E.S. Hwang, K.H.Kim. 1997. Inhibition studies on burdock polyphenol oxidase (PPO) activity. *J. Food Proc. Preserve* 21(6) : 485-495.
- Lozano, Y.E., Drudis-Biscarri, R. and Ibarz-Ribas, A. 1994. Enzymatic browning in apple pulps. *J. Food Sci.* 59 (3) : 564-567.
- Marques, L., Fleuriot, A. and Macheix, J.J. 1995. Fruit polyphenol oxidase. In "Enzymatic Browning and Its Prevention". ACS Symposium Series 600, Edited by Lee, C.Y. and Whitaker, J.R., Washington, D.C., American Chemical Society, pp. 90-102.

- Marques, L., Fleuriet, A. and Macheix, J.J. 1995. Fruit polyphenol oxidase. In "Enzymatic Browning and Its Prevention". ACS Symposium Series 600, Edited by Lee, C.Y. and Whitaker, J.R., Washington, D.C., American Chemical Society, pp. 90-102.
- Matheix, I., Fleuriet, A. and Billot, J. 1990. Fruit Phenolics, Florida, CRC Press, p. 398.
- Mayer, A.M. and Harel, E. 1991. Phenoloxidase and their significance in fruits and vegetable. J. Food Chem. 1 : 373-398.
- McCord, J.D. and Kilara, A. 1983. Control of enzymatic browning in processed mushrooms (*Agaricus bisporus*). J. Food Sci. 48 : 1479-1483.
- McEvily, A. J., Iyengar, R. and Otwell, S. 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 32 : 253-273.
- McEvily, A.J., Inengar, R. and Otwell, W.S. 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 32 : 253-273.
- McGill, J.N., Nelson, A.I. and Steinberg, M.P. 1966. Effects of modified storage atmospheres on ascorbic acid and other quality characteristics of spinach. J. Food Sci. 31 : 510-517.
- McWatters, M. S. Chinnan¹, M. P. Doyle², S. L. Walker¹, and C. M. Lin. 2000. Food Safety. Department of Food Science and Technology, University of Georgia.
- Meza, J., P. Lozano-de-Gonzalez, A. Anzaldúa-Morales, J.V. Torres and J. Jimenes. 1995. Addition of pineapple juice for the prevention of discoloration and textural changes of apple slices. IFT Annual Meeting 1995. Book of Abstracts p.68.
- Michael, D.P. 1994. Food Preservatives. Encyclopedia of Agricultural Science, 2 : 341-354.
- Molnar, I. and Friedman, M. 1990. Inhibition of browning by Sulfur Amino Acid. 3. Apple and Potatoes. J. Agric. Food Chem. 38: 1652-1656
- Monsalve-Gonzalez, A., G.V. Barbosa-Canovas, R.P. Caralieri, A.J. McEvily and R. Iyengar. 1993. Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods. 4-Hexylresorcinol as anti-browning agent. J. Food Sci. 58 : 797-800, 826.
- Nicolas, J.J. 1994. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 34 (2) : 109-157.
- Niki, E. 1991. Vitamin C as an antioxidant. In "Selected Vitamin, Minerals and Functional Consequences of Maternal Malnutrition" Edited by Simopoulos, A.P., Zuric, Karger, pp.1-30.

- Pizzocaro, F., Torreggiani, D. and Gilardi, G. 1993. Inhibition of apple polyphenol oxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Preserv.* 17 : 21-30.
- Pollard, A. and Timberlake, C.F. 1970. Fruit juices. In "the Biochemistry of Fruits and Their Products". Edited by Hulme, A.C., Vol.2, London, Academic Press, p. 573.
- Ponting, J.D. 1973. Osmotic dehydration of fruits : Recent modifications and applications. *Process Biochem.* 8 : 18 – 23.
- Ponting, J.D., Jackson, R. and Watters, G. 1972. Refrigerated apple slice : preservative effects of ascorbic acid, calcium and sulfite. *J. Food Sci.* 37 : 434-436.
- Poovaiah, B. W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technol.* 40 : 86-89.
- Radi, M., Mahrouz, M. and Jaouad, A. 1997. Phenolic composition, browning susceptibility and carotenoid content of several apricot cultivars at maturity. *HortScience* 32 (6) : 1087-1091.
- Riess, J. 1989. Influence of alkylresorcinols from rye and related compounds on the growth of food borne molds. *Cereal Chem.* 66 : 491-493.
- Rouet-Mayer, M.A. and Philippon, J. 1986. Inhibition of catechol oxidases from apples by sodium chloride. *Phytochemistry* 25 : 2717-2719.
- Santerre, C.R., Cash, J.N. and Vannorman, D.J. 1988. Ascorbic acid/citric and combinations in the processing of frozen apple slices. *J. Food Sci.* 53 : 1713-1716, 1736.
- Saper, G.M. 1993. Browning of foods : control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technol.* 47 (1) : 75-84.
- Saper, G.M., Hicks, K.B., Phillips, J.G., Garzarella, L.G., Pondish, D.L., Matulaitis, R.M., McCormack, T.J., Sondey, S.M, Seib, P.A. and El-Atawy, Y.S. 1989. Control of and complexing agents. *J. Food Sci.* 54 : 997-1002, 1012.
- Shama, S.B. and P.K. Ray. 1987 . Studies on extending post-harvest life of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Indian Food Packer* 4 : 17-20.
- Sharon, O. and Kahn, V. 1979. Browning potential PPO, catalase and acid phosphatase activities during ripening of non-chilled and chilled avocado. *J. Sci. Food Agric.* 30 : 634-638.
- Siddiq, M., Sinha, N.K. and Cash, J.N. 1992. Characterization of polyphenol oxidase from Stanley plums. *J. Food Sci.* 57(5) : 1177-1179.

- Smilanick, J.L. 1995. Evaluation of heated solutions of sulfur dioxide, ethanol, and hydrogen peroxide to control postharvest green mold of lemons. *Plant disease*. 79 (7) :
- Subramanyam, H., Krishnamurthy, S. and Parpia, H.A.B. 1975. Physiology and biochemistry of mango fruit. *Advance Food Preservation* 21 : 233-305.
- Turner, J.F. and Turner, D.H. 1980. The regulation of glycolysis and pentose phosphate pathway. In "the Biochemistry of Plants". Edited by Davies, D.D., Vol.2, New York, Academic, pp. 281-316.
- Underhill, S.J.R. and Simons, D.H., 1993. Lychee (*Lichi chinensis* Sonn) pericarp desiccation and the importance of postharvest micro-cracking. *Scientia Horticulturae*. 54: 115-122
- Vamos-Vigyazo, L. 1995. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 15(1) : 49-127.
- Vamos-Vigyazo, L. 1995. Prevention of enzymatic browning in fruits and vegetables : A review of principles and practice. In "Enzymatic Browning and Its Prevention". ACS Symposium Series 600, Edited by Lee, C.Y. and Whitaker, J.R, Washington, D.C.,
- Vamos-vigyazo, L., Nadudvari-Markus, V. and Gajzago, I. 1979. Polyphenol oxidase and peroxidase activities polyphenol complex of apricot cultivars . *Proc. Hung Annu. Mtg. Biochem*. 19 : 221-222.
- Vaughn, K.C., Lax, A.R. and Duke, S.O. 1988. Polyphenol oxidase : the chloroplast oxidase with no established function. *Physiologia Plantarum*. 72 : 659-665.
- Walker, J.R.L. 1976. The control of enzymatic browning in fruit juices by cinnamic acids. *J. Food Technol*. 11 : 341-345.
- Walker, J.R.L. 1995. Enzymatic browning in foods. *Enzyme Technology Digest* 4 : 80-100.
- Wiley, R. C. 1994. Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. Chapman & Hall, Inc. New York. 368 p.
- Wills, R. B.H., Lee, T.H. Graham, D. McGlasson, W.B. and Hall, E.G. 1981. Postharvest : An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. New South Wales Univ. Press, New South Wales. 161 p.
- Yueming Jiang. 2542 . การใช้เมตาโบไลต์จากจุลินทรีย์ต่อต้านเชื้อโรคในผลลำไย . อาหาร . 29(4) : 306.

<http://www.longanthai.com/longanthai.htm>

<http://www.oae.go.th>

<http://www.Solvavinterox.com> (Information accurate as of March 31, 2000)

8. ภาพผนวก

ภาคผนวก ก. การเก็บเกี่ยวของเกษตรกรที่ปลูกลำไยในภาคเหนือ

ตารางภาคผนวกที่ 1 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรที่ปลูกลำไยและผู้ค้าลำไยในภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
วิธีการเก็บเกี่ยว	คนเก็บ	139	92.67
	เครื่องมือ	3	2.00
	อื่นๆ	0	0.00
	Missing data	8	5.33
ดัชนีการเก็บเกี่ยว	สีผิว	77	30.80
	ลักษณะผล	108	43.20
	การชิม	48	19.20
	อื่นๆ	17	6.80
เวลาในการเก็บ	เช้า	22	14.67
	บ่าย	3	2.00
	เช้า-บ่าย	124	82.67
	Missing data	1	0.67
เกณฑ์ที่ใช้ในคัดเกรด	สี	34	21.66
	ขนาดผล (จำนวนผลต่อช่อ)	106	78.35
ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุ	เข่งไม้	26	17.33
	ตะกร้าพลาสติก	82	54.67
	กล่องกระดาษ	31	20.67
	อื่นๆ (กระสอบ)	6	4.00
	Missing data	5	3.33
ปริมาณลำไยที่ผู้บรรจุต่อช่อ	12 กิโลกรัม	2	7.69
	20 กิโลกรัม	6	23.08
	22 กิโลกรัม	3	11.54
	25 กิโลกรัม	4	15.38
	30 กิโลกรัม	11	42.31

ตารางภาคผนวกที่ 1 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรที่ปลูกลำไยในภาคเหนือ (ต่อ)

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
ปริมาณลำไยที่ใส่บรรจุต่อ ตะกร้าพลาสติก	10 กิโลกรัม	13	15.85
	11 กิโลกรัม	33	40.24
	12 กิโลกรัม	21	25.61
	15 กิโลกรัม	1	1.22
	25 กิโลกรัม	2	2.44
	30 กิโลกรัม	4	4.88
	Missing data	8	9.76
ปริมาณที่ใส่บรรจุต่อกล่อง กระดาษ	10 กิโลกรัม	15	48.39
	11 กิโลกรัม	2	6.45
	13 กิโลกรัม	1	3.23
	15 กิโลกรัม	11	35.48
	16 กิโลกรัม	2	6.45
มีการลดความร้อน	มี	1	0.67
	ไม่มี	128	85.33
	Missing data	30	20.00
วิธีการลดความร้อน	แช่น้ำแข็ง	0	0
	แช่น้ำธรรมดา	0	0
	พรมน้ำ	1	100
มีการรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ก่อนนำไปขาย	ทำ	1	0.67
	ไม่ทำ	134	89.33
	Missing data	15	10.00

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระบบการคัดเกรดลำไยในการจำหน่ายของกลุ่มตัวอย่างผู้ค้าลำไยในเขต
จังหวัดในภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
มีระบบการคัดเกรด	มี	27	90
	ไม่มี	3	10
เกณฑ์ที่ใช้ในการรับซื้อลำไย	ผลสม่ำเสมอ	16	28.57
	ผลไม่เป็นโรค	18	32.14
	ผลมีผิวสวย	22	39.29
ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุ	เข่งไม้	15	50.00
	ตะกร้าพลาสติก	9	30.00
	กล่องกระดาษ	5	16.67
	อื่นๆ (กระสอบ)	2	10.00
ปริมาณที่ซื้อบรรจุ ต่อเข่ง	10 กิโลกรัม	1	20.00
	20 กิโลกรัม	2	40.00
	25 กิโลกรัม	1	20.00
	30 กิโลกรัม	1	20.00
ปริมาณที่ซื้อบรรจุต่อตะกร้า พลาสติก	10 กิโลกรัม	7	53.85
	15 กิโลกรัม	1	7.69
	20 กิโลกรัม	1	7.69
	27 กิโลกรัม	4	30.77
มีการลดความร้อน	มี	6	20.00
	ไม่มี	23	76.67
	Missing data	1	3.33
วิธีการลดความร้อน	แช่น้ำแข็ง	0	0
	แช่น้ำธรรมดา	0	0
	พรมน้ำ	3	50
	Missing data	3	50

ตารางภาคผนวกที่ 3 การขนส่ง และการตลาด ในการจำหน่ายลำไยของผู้ค้าลำไยในเขตภาคเหนือ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
แหล่งที่นำไปขาย	ในท้องถิ่น	21	70.00
	ต่างจังหวัด	13	43.33
	ต่างประเทศ	2	6.67
วิธีการขนส่ง	รถยนต์	29	96.67
	รถห้องเย็น	1	3.33
	เครื่องบิน	0	0
ระยะเวลาในการขนส่งจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งจำหน่าย	1-5 ชม	21	70.00
	6-10 ชม	8	26.67
	มากกว่า 10 ชม	0	0
	Missing data	1	3.33
ระยะเวลาในการจำหน่าย	1-2 วัน	12	40.00
	3-4 วัน	8	26.67
	มากกว่า 4 วัน	5	16.67
	Missing data	5	16.67
ปัญหาลำไย	ราคาค่ำ	16	53.33
	ลำไยร่วง	5	16.67
	ลำไยเกิดโรค	10	33.33
	ลำไยมีสีคล้ำ	6	20.00

ภาคผนวก ข. การศึกษาชนิดของสารเคมีที่สามารถป้องกันการเน่าเสียและทำให้ลำไยมีผิวสวย

ตารางภาพผนวกที่ 4 การศึกษาชนิดของสารเคมีที่สามารถป้องกันการเน่าเสีย และทำให้
ลำไยมีผิวสวย

ระยะเวลาเก็บ รักษา (วัน)	คะแนนการเกิดเส้นใยของเชื้อราและ การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอก		คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือก ด้านนอก	
	ชุดควบคุม	ชุดใช้สารเคมี ผสม	ชุดควบคุม	ชุดใช้สารเคมี ผสม
0	4.0	4.0	1.00	1.00
2	3.7	3.7	1.00	1.00
4	3.0	3.0	1.00	1.00
6	3.0	3.0	1.25	1.00
8	2.3	2.0	2.00	1.90
10	2.0	2.0	3.50	2.40
12	1.0	1.0	4.00	4.00
14	1.0	1.0	4.75	4.70

หมายเหตุ

คะแนนการเกิดเส้นใยของเชื้อราและการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอก

- 0 = หมดสภาพ (มีราขึ้น ผลมีสีน้ำตาลทั้งหมด)
- 1 = พอใช้ (ผลมีราขึ้นเล็กน้อย ผลมีสีน้ำตาลร้อยละ 75)
- 2 = ดี (ผลเริ่มมีสีน้ำตาลเล็กน้อย ไม่มีเชื้อรา)
- 3 = สภาพดีมาก (ผลสด ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)

คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอก

- 1 = สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณร้อยละ 1 - 20 ของพื้นที่ทั้งหมด
- 2 = สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณร้อยละ 21 - 40 ของพื้นที่ทั้งหมด
- 3 = สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณร้อยละ 41 - 60 ของพื้นที่ทั้งหมด
- 4 = สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณร้อยละ 61 - 80 ของพื้นที่ทั้งหมด
- 5 = สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณร้อยละ 81 - 100 ของพื้นที่ทั้งหมด

ภาคผนวก ค. ตัวอย่างแบบทดสอบชิม

แบบทดสอบชิม (Hedonic scale)

ชื่อ _____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ : ลำไยสด

กรุณาพิจารณาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้ และให้คะแนนตามชอบ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = เฉย ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	รหัสตัวอย่าง	
	_____	_____
สีผิวเปลือก	_____	_____
กลิ่นเนื้อลำไย	_____	_____
รสชาติ	_____	_____
ความกรอบของเนื้อ	_____	_____
ความชอบรวม	_____	_____

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ง. แบบสอบถามข้อมูลผู้ค้าลำไยและเกษตรกร

แบบสอบถามข้อมูลผู้ค้าลำไยเพื่อส่งออกต่างประเทศ

คำชี้แจง

ด้วยคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีโครงการวิจัยการปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก ใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการให้ข้อมูลเป็นจริง ข้อมูลที่ท่านตอบจะถือเป็นความลับและนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตลำไยของเกษตรกรต่อไป

โปรดกาเครื่องหมาย / ลงในหน้าข้อความที่เป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ.....ปี
3. ที่อยู่ อำเภอ.....จังหวัด.....
4. การศึกษา ☐ ไม่รู้หนังสือ ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมต้น
☐ มัธยมปลาย ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
5. ประสบการณ์ในการค้าขายลำไย.....ปี
6. จำนวนแรงงาน.....คน
7. ปริมาณการรับซื้อลำไย.....กก.ต่อคน

ตอนที่ 2 การตลาด

1. ผลผลิตที่ขายต่อวัน.....กก./วัน
2. พันธุ์ลำไยที่ขาย/รับซื้อ ☐ อีตอ ☐ เปี้ยวเขียว ☐ สีชมพู ☐ กระโหลก ☐ อื่นๆ
3. ท่านรับซื้อลำไยแบบไหน
☐ เหมะทั้งสวน ☐ คัดเกรด ☐ แบบคละ ☐ อื่นๆ
4. เกณฑ์ที่ใช้ในการรับซื้อลำไย
☐ รสชาติดี ☐ อื่นๆ.....
5. ช่วงเวลาในการรับซื้อลำไย ☐ ช่วงเช้า ☐ ช่วงบ่าย ☐ ทั้งเช้า-บ่าย
6. ท่านมีการคัดเกรดก่อนการบรรจุก่อนนำไปขาย ☐ ไม่มี
มีโดยแบ่งเป็นเกรดคือ.....เกรด.....
เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเกรด ☐ สีผล ☐ ขนาดผล ☐ จำนวนผลต่อช่อ ☐ อื่นๆ

7. ภาชนะที่ใช้บรรจุลำไยไปขาย
☐ ข่งไม้ ปริมาณที่บรรจุ.....กก.ต่อหน่วย ต้นทุนภาชนะบรรจุ.....บาท
☐ กล่องพลาสติก ปริมาณที่บรรจุ..... กก.ต่อหน่วย ต้นทุนภาชนะบรรจุ.....บาท
☐ กล่องกระดาษ ปริมาณที่บรรจุ.....กก.ต่อหน่วย ต้นทุนภาชนะบรรจุ.....บาท
☐ อื่นๆ..... ปริมาณที่บรรจุ.....กก.ต่อหน่วย ต้นทุนภาชนะบรรจุ.....บาท
8. ท่านมีผลความร้อนแก่ลำไยก่อนนำไปขายหรือไม่ ☐ ไม่มี
☐ มี คือ.....
9. ท่านขายลำไยให้แก่ ☐ ผู้บริโภคโดยตรง ☐ พ่อค้าคนกลาง ☐ พ่อค้าขายปลีก ☐ โรงงาน
☐ ขายในท้องถิ่น.....
☐ ขายต่างจังหวัด ได้แก่จังหวัด.....
☐ ส่งขายต่างประเทศได้แก่ประเทศ.....
10. ราคาของลำไยสดที่ท่านรับซื้อ.....บาท/กก.(เกรด.....)
11. ท่านได้ทำการรมกำมะถัน เพื่อป้องกันโรค ☐ ไม่ทำ
☐ ทำ อัตราส่วนกำมะถันที่ใช้.....กรัมต่อกิโลกรัม
12. ท่านมีวิธีการขนส่งลำไย
☐ รถยนต์ ปริมาณการบรรจุ.....กก.
☐ รถห้องเย็น ปริมาณการบรรจุ.....กก.
☐ เครื่องบิน ปริมาณการบรรจุ.....กก.
☐ อื่นๆ ปริมาณการบรรจุ.....กก.
13. ระยะเวลาในการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทาง
☐ 1-5 ชม. ☐ 6-10 ชม. ☐ 10-15 ชม. ☐ อื่นๆ.....
14. อายุการเก็บรักษาของลำไย ☐ 1วัน ☐ 2วัน ☐ 3วัน ☐ อื่นๆ
15. ท่านมีปัญหาเกี่ยวกับการขายลำไยหรือไม่ ☐ ไม่มี
☐ มี ☐ ราคาถูก ☐ ลำไยร่วง ☐ การเน่าเสีย ☐ ลำไยสีคล้ำ ☐ อื่นๆ
16. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถาม สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกลำไย

คำชี้แจง

ด้วยคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีโครงการวิจัยการปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก โดยขอความร่วมมือจากท่านในการให้ข้อมูลเป็นจริง ข้อมูลที่ท่านตอบจะถือเป็นความลับและนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตลำไยของเกษตรกรต่อไป

โปรดกาเครื่องหมาย / ลงใน หน้าข้อความที่เป็นความจริง

เพศ () ชาย () หญิง อายุ.....ปี.

ที่อยู่ อำเภอ.....จังหวัด.....

1. ประสบการณ์ในการปลูกลำไย.....ปี
2. จำนวนพื้นที่ปลูกลำไย.....ไร่
3. ผลผลิต กก/ต้น ปริมาณผลผลิตตัน/ปี
4. พันธุ์ลำไยที่ปลูก () ดอ () เมี้ยวเขียว () สีชมพู () กะโหลก () อื่น.....
5. มีการใช้สารโปแตสเซียมคลอไรด์เพื่อเร่งลำไยออกดอก () ใช้ () ไม่ใช้
6. วิธีการเก็บเกี่ยวลำไย () ใช้คนป็น () ใช้เครื่องมือสอย () อื่นๆ.....
7. เกณฑ์ในการเก็บเกี่ยว () ดูสีผล () ชิมความหวาน () อื่น.....
8. เวลาในการเก็บเกี่ยว () ช่วงเช้าเท่านั้น () ช่วงบ่าย () ทั้งเช้า-บ่าย
9. มีการคัดเกรดก่อนการบรรจุ () มี () ไม่มี
10. มีการคัดเกรดลำไยเกรด คือ.....
11. หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเกรด () สีผล () ขนาดผล () จำนวนผลต่อช่อ () อื่นๆ.....
12. ภาชนะที่ใช้บรรจุลำไย () แข็งไม้ () กล่องพลาสติก () กล่องกระดาษ () อื่น.....
13. ปริมาณที่บรรจุ กก/เข่งกก/กล่อง
14. มีการลดความร้อนให้แก่ลำไยก่อนนำไปขาย () มี () ไม่มี () อื่น.....
15. วิธีการลดความร้อนลำไย () เช้ () เช้น้ำเย็น () ใช้น้ำแข็ง () อื่น.....
16. แหล่งที่ขายลำไย () พ่อค้าในท้องถิ่น () พ่อค้าต่างถิ่น () ขายเอง () โรงงาน () อื่น.....
17. ราคาของลำไยสดที่ขาย..... บาท/กก (เกรด.....)
18. ท่านได้ทำการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อป้องกันโรค () ทำ () ไม่ทำ
19. ปัญหาลำไย () ราคาต่ำ () ลำไยร่วง () การเกิดโรค () ลำไยสีคล้ำลง () อื่นๆ.....
20. ท่านได้มีการรวมกลุ่มสมาชิกกลุ่มลำไย () มี () ไม่มี

21. สารเคมีชนิดอื่นที่ท่านใช้ระหว่างลำไยกำลังให้ผล เช่น ปุ๋ยทางใบ (ระบุ).....
 ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถาม สำหรับข้อมูลผู้ค้าลำไยในท้องถิ่น

คำชี้แจง

ด้วยคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีโครงการวิจัยการปรับปรุงคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออก ขอความร่วมมือจากท่านในการให้ข้อมูลเป็นจริง ข้อมูลที่ท่านตอบจะถือเป็นความลับและนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตลำไยของเกษตรกรต่อไป

โปรดกาเครื่องหมาย / ลงใน หน้าข้อความที่เป็นความจริง

เพศ () ชาย () หญิง อายุ.....ปี

ที่อยู่ อำเภอ.....จังหวัด.....

1. ประสบการณ์ในการค้าขายลำไย.....ปี
2. ผลผลิตที่ขายต่อวัน กก/วัน
3. พันธุ์ลำไยที่ขาย/รับซื้อ () คอ () เบี้ยวเขี้ยว () สีชมพู () กะโหลก () อื่น.....
4. มีการคัดเกรดก่อนนำไปขาย () มี () ไม่มี
5. มีการคัดเกรดลำไยเกรด คือ.....
6. เกณฑ์ที่ใช้ในการรับซื้อลำไย () ผลสม่ำเสมอ () ไม่เป็นโรค () ผิวสวย () อื่นๆ.....
7. ทำการบรรจุลำไย ใน () ข่งไม้ () กล่องพลาสติก () กล่องกระดาษ () อื่น.....
8. ปริมาณที่บรรจุ กก/ข่งกก/กล่อง
9. มีทำการลดความร้อนให้แก่ลำไยก่อนนำไปขาย () มี () ไม่มี () อื่น.....
10. วิธีการลดความร้อนลำไย () แช่น้ำธรรมดา () แช่น้ำเย็น () ใช้น้ำแข็ง () อื่น.....
11. ระยะเวลาในการลดความร้อน () น้อยกว่า 1 ชม () 1-2 ชม () อื่นๆ
12. แหล่งที่นำลำไยไปขาย () ขายในท้องถิ่น () ต่างจังหวัด () ต่างประเทศ.....
13. วิธีการขนส่งลำไย () รถยนต์ () รถห้องเย็น () เครื่องบิน () อื่นๆ.....
14. เวลาในการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทาง () 1-5 ชม () 6-10 ชม () อื่นๆ.....
15. ระยะเวลาในการวางจำหน่ายลำไย () 1-2 วัน () 3-4 วัน () อื่นๆ
16. ราคาของลำไยสดที่ขาย บาท/กก
17. ได้ทำการรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนนำไปขาย () ทำ () ไม่ทำ
18. ปัญหาลำไย () ราคาต่ำ () ลำไยร่วง () การเกิดโรค () ลำไยสีคล้ำลง () อื่นๆ.....
19. มีการแปรรูปลำไยหากลำไยเหลือ () มี () ไม่มี

20. ลักษณะการแปรรูปของลำไย ()อบแห้ง ()แช่เย็น ()ลวกแก้ว ()ไวน์ ()อื่นๆ.....
 ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....

ตารางสรุปผลงานในแต่ละช่วงเวลาของการทดลอง

เดือนที่	กิจกรรมตามวัตถุประสงค์	ดัชนีวัดความสำเร็จ	ผลงานที่ได้
1-6	- สำรวจและรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรและพ่อค้าคนกลางในเขตภาคเหนือ เรื่องวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว กระบวนการขนส่ง(จากเกษตรกรไปยังตลาดต่างประเทศ) และการเก็บรักษา - สร้างแบบจำลองในการปฏิบัติ และการขนส่ง - ศึกษาผลของสารเคมีต่อคุณภาพของลำไย วัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และคัดเลือกสารที่เหมาะสม	- ข้อมูลจากการสำรวจ - แบบจำลองวิธีการปฏิบัติ และการขนส่งลำไยในเขตภาคเหนือที่เหมือนสภาวะจริงมากที่สุด เพื่อนำมาใช้ในการทดลองในขั้นตอนต่อไป - คุณภาพของลำไยและการยอมรับของผู้บริโภค - สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้มากขึ้นและลำไยที่ได้มีสีผิวสวย	- ได้ข้อมูลการปฏิบัติของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว กระบวนการขนส่ง และการเก็บรักษาลำไยในทางการค้า - ได้แบบจำลองสำหรับวิธีการปฏิบัติ และการขนส่งลำไยในทางการค้า
7-12	- ศึกษาผลของวิธีการใช้สารเคมี คือ จุ่ม 5 10 15 นาที และการฉีดพ่น วัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสม - ศึกษาผลของอุณหภูมิในการใช้สารเคมี 4 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส วัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และคัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสม - ศึกษาปัจจัยร่วมของสารเคมี ที่ได้จากการทดลอง วิธีการ และอุณหภูมิที่เหมาะสมวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม	- คุณภาพของลำไยและการยอมรับของผู้บริโภค - สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้มากขึ้นและลำไยที่ได้มีสีผิวสวย	- คุณภาพของลำไยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค - คุณภาพของลำไยที่จุ่มสารเคมีผสมจากการทดลองสามารถเก็บรักษาไว้ได้ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใช้สารเคมี (จุ่มในน้ำกลั่น) พบว่าสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าเป็นเวลา 2 วัน

เดือนที่	กิจกรรมตามวัตถุประสงค์	ดัชนีวัดความสำเร็จ	ผลงานที่ได้
13-18	1. ผลิตลำไยที่จุ่มสารเคมีชนิดที่ได้จากการทดลองตามสภาวะที่เหมาะสมจากการคัดเลือกและซื้อลำไยที่ผ่านการรมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากแหล่งผลิตในเขตภาคเหนือ 2. ทำการบรรจุหีบห่อ ตามหลักปฏิบัติในทางการค้าที่จำลองการขนส่งลำไยไปยังตลาดในและต่างประเทศ 3. ทำการขนส่งลำไยทั้ง 2 ชนิดตามแบบจำลอง 4. ตรวจสอบคุณภาพของลำไยทั้ง 2 ชนิดทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส	1. คุณภาพของลำไยและการยอมรับของผู้บริโภคที่สามารถยืดอกดูการเก็บรักษาลำไยได้มากขึ้นและลำไยที่ได้มีสีผิวสวย 2. คุณภาพของลำไยที่ใช้สารเคมีจากการทดลอง มีคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสใกล้เคียงหรือดีกว่าลำไยที่ใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 3. รายงานฉบับสมบูรณ์	1. คุณภาพของลำไยที่ทำการขนส่งในประเทศ พบว่าลำไยที่ใช้สารเคมีผสมจากการทดลองมีการเน่าเสียมากกว่าและสีผิวดีกว่าลำไยที่รมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 2. ภาชนะบรรจุมีผลต่อการขนส่ง การขนส่งภายในประเทศ (อุณหภูมิระหว่างการขนส่ง 28 °ซ) การบรรจุในตะกร้าพลาสติกให้ผลคุณภาพของลำไยทั้ง 2 ชนิดดีกว่ากล่องกระดาษ 3. คุณภาพภายใน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของลำไยทั้ง 2 ชนิดให้ผลไม่แตกต่างกัน 4. ลำไยที่ทำการขนส่งต่างประเทศ (อุณหภูมิ 2 °ซ) พบว่าลำไยที่ใช้สารเคมีผสมจากการทดลอง และรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณภาพไม่แตกต่างกัน ยกเว้นคุณภาพด้านสีพบว่าลำไยที่รมด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณภาพดีกว่าลำไยที่ใช้สารเคมีผสมจากการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ 5. รายงานฉบับสมบูรณ์