บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำไยเป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อน (subtropical fruit) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dimocarpus longan* Lour อยู่ในตระกูล Sapindaceae ชื่อสามัญคือ longan, longyen หรือ linkeng (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2530) มีลักษณะทั่วๆ ไป ดังนี้

ลำต้น มีขนาดปานกลางถึงใหญ่ ลักษณะเปลือกลำต้นขรุขระ มีสีเทาหรือสีเทาปนน้ำตาล แตกเป็นสะเก็ด

กิ่งก้าน จะแตกสาขาออกมากมายรอบๆ ต้น ทำให้เบียดกันแน่นถ้าไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง

ใบ เป็นแบบใบรวม อาจเรียงแบบสลับกันหรืออยู่ตรงข้ามกัน รูปแบบของใบมีหลายลักษณะต่างกัน ด้านบนใบมีสีเขียวเข้มเป็นมันมากกว่าหลังใบ

ดอก ออกเป็นช่อตามปลายกิ่งทางด้านนอกของทรงพุ่ม ช่อดอกมีขนาดใหญ่ รูปทรงกรวย ก้านของช่อดอกอวบ แข็งแรงเหยียดตรง แตกสาขาออกไปโดยรอบ ก้านที่แตกออกเหล่านี้เป็นที่เกิดของดอกเล็กๆ มากมาย มีสีขาวนวล ในช่อหนึ่งๆ จะมีทั้งดอกตัวผู้และดอกกระเทย โดยดอกตัวผู้จะอยู่ด้านโคนช่อและจะบานก่อนดอกกระเทย

ผล หลังจากดอกได้รับการผสมพันธุ์แล้วก็จะเจริญเป็นผล ซึ่งลักษณะของผลมีทั้งทรงผลกลมและเบี้ยว เปลือกสีน้ำตาลปนเหลืองหรือน้ำตาลปนแดงหรือเขียวปนน้ำตาล ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับพันธุ์ลำไย ส่วนเนื้อที่อยู่ภายในเปลือกจะมีลักษณะสีขาวคล้ายวุ้น มีรสหอมหวาน ภายในเนื้อมีเมล็ดซึ่งมีลักษณะสีน้ำตาลดำเป็นมันเรียบ มีจุดขาวคล้ายกับตาอยู่ด้านบน โดยเมล็ดที่อยู่ภายในผลหนึ่งๆ จะมีเมล็ดเดียวเท่านั้น (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2530)

2.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของผลลำไยพันธุ์ดอ

พันธุ์ดอเป็นพันธุ์ที่ชาวสวนในภาคเหนือนิยมปลูกกันมากที่สุดในปัจจุบันนี้ เพราะสามารถเก็บเกี่ยวผลได้เร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ ทำให้จำหน่ายได้ในราคาสูงและตลาดต่างประเทศนิยม โดยจะออกดอกประมาณต้นเดือนธันวาคมและจะเริ่มเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม จึงจัดได้ว่าเป็นลำไยพันธุ์เบา

ลักษณะโดยทั่วไปแล้วมีใบค่อนข้างใหญ่ รูปร่างยาวรีทั้งส่วนโคนใบและปลายใบ ริมใบเป็นคลื่น เส้นกลางใบและเส้นใบนูนเห็นเด่นชัด เส้นใบเรียงสลับกัน ส่วนมากมักมีใบย่อย 3 คู่ เยื้องกันเล็กน้อย ใบเมื่ออยู่บนต้นมองดูจะห้อยลู่ลงล่าง เกิดดอกและติดผลง่าย แต่การติดผลนั้นอาจไม่สม่ำเสมอ ขนาดของผลค่อนข้างใหญ่ โดยเฉลี่ยผลกว้างประมาณ 2.6 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตรและสูง 2.5 เซนติเมตร รูปทรงของผลกลมแป้นและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวเปลือกสีน้ำตาลเห็นเป็นรอยกระหรือตาห่างๆ เนื้อในหนาไม่กรอบนักหรือค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น รสชาติหวานหอมไม่มาก เมล็ดมีขนาดใหญ่ปานกลาง (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2530)

2.3 ความเสียหายจากโรคเน่าของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว

ลำไยนับได้ว่าเป็นผลิตผลที่มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นมาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้เขตกึ่งร้อนชนิดอื่น ประกอบกับเนื้อลำไยมีปริมาณน้ำตาลสูง โรคเน่าจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยว จากการศึกษาของซิงซิง (2520) พบว่า สาเหตุที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลลำไยจำแนกได้ 3 สาเหตุ คือ

2.3.1 การทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ การแยกเชื้อจากผลลำไยภายหลังการเก็บรักษาไว้ระยะเวลาหนึ่งจนผลเน่า พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่คือเชื้อรา ชนิดที่พบมาก คือ *Phlyctaena* sp., *Botryodiplodia* sp. และ *Dendrophoma* sp.

2.3.2 อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า อายุในการเก็บรักษาของผลลำไยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยอายุในการเก็บรักษาจะยืดยาวออกไปหากเก็บรักษาผลลำไยไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 11.5 และ 13.5 องศาเซลเซียส ($^{\circ}$C) จะลดความเสียหายที่เกิดจากอาการเน่าเสียได้มาก คือ หลังจากเก็บรักษาไว้ 1 สัปดาห์ จะเกิดความเสียหายประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (%) เท่านั้น หากเก็บรักษาไว้เกินกว่า 2 สัปดาห์ จะเกิดการเน่าเสียขึ้นทั้งหมด

2.3.3 บาดแผลและความบอบช้ำในระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองใช้เข็มหมุดแทงเปลือกทะลุถึงเนื้อในผล ผลละ 3 แห่ง พบว่า ประมาณ 75 % ของผลที่มีบาดแผลจะเน่าเสียภายในเวลา 4 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะเดียวกันผลซึ่งไม่มีบาดแผลจะเสียหายเพียง 30 % เท่านั้น

2.4 การป้องกันการเสียหายของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว

เมื่อเก็บเกี่ยวผลลำไยแล้ว การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวทุกขั้นตอนควรทำอย่างระมัดระวัง เพื่อช่วยลดการชอกช้ำและการเกิดบาดแผลของผลลำไยที่จะเกิดขึ้น และจากการรวบรวมเอกสารด้านการรักษาคุณภาพของผลลำไย พบว่า มีการใช้วิธีการต่างๆ กับผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ ดังนี้

2.4.1 การใช้อุณหภูมิต่ำ

Subhadrabandhu (1990) รายงานว่า ทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการจัดการกับผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว คือ การลดอุณหภูมิ โดยสามารถใช้วิธี hydrocooling หรือวิธี forced air cooling ซึ่งเมื่อทำการลดอุณหภูมิแล้ว พบว่า ผลลำไยสามารถเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำได้เป็นระยะเวลานาน โดยไม่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลเกิดขึ้นด้วย อย่างไรก็ดีในบางพื้นที่จะใช้วิธีการวางน้ำแข็งไว้บนตะกร้าที่ใส่ผลลำไย นอกจากนี้ทางสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2536) รายงานว่า วิธีหนึ่งของการรักษาคุณภาพของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว คือ การทำให้ผลลำไยเย็นก่อนทำการขนส่ง ซึ่งถ้าผลลำไยได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น ความหวานจะลดลงและผลลำไยจะเน่าเสียมากขึ้น ทำให้คุณภาพด้อยลง ในสมัยก่อนมีการใช้น้ำเย็นหรือน้ำแข็งแช่ก่อนขนส่ง แต่ผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) แล้วไม่ควรจะให้ถูกน้ำ เนื่องจากจะทำให้มีกำมะถันตกค้างที่เปลือกมากขึ้น ระบบ forced air cooling หรือวิธีผ่านอากาศเย็นเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ดีมากในการรักษาคุณภาพผลลำไย แต่ถ้าผลิตผลมีน้อยจะไม่คุ้มกับการลงทุน

สถาบันอาหาร (2541) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลลำไยระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม หากที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % การเก็บที่อุณหภูมิ 2-5 $^{\circ}$C จะเก็บได้ 30-45 วัน และที่อุณหภูมิ 5-10 $^{\circ}$C จะเก็บได้ 20-30 วัน โดยหลังจากนำออกมาจากห้องเย็นควรรักษาอุณหภูมิให้ต่ำ (2-5 $^{\circ}$C) อย่างต่อเนื่อง

อรรณพและคณะ (2534) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลลำไย พบว่า ผลลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวที่บรรจุอยู่ในถาด แล้วหุ้มด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติก polyvinylchloride (PVC) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดการเน่าเสียและรักษาคุณภาพผลลำไยให้เก็บรักษาได้นานขึ้น ซึ่งถ้าเก็บรักษาไว้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 $^{\circ}$C แต่หากต้องการเก็บรักษาไว้นานกว่านี้ ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 $^{\circ}$C ซึ่งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 21 วัน

2.4.2 การใช้อุณหภูมิสูง

กนกมณฑล (2526) รายงานว่า การใช้อุณหภูมิสูงกับผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยว โดยแช่ผลลำไยในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 48-52 ^{o}C แล้วนำไปบรรจุในถุง polypropylene และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ^{o}C สามารถเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์ แต่ผลลำไยจะมีกลิ่นสุกเล็กน้อย อันเนื่องมาจากความร้อน

2.4.3 การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

อรรณพและคณะ (2528) ได้ทำการศึกษาการเก็บรักษาผลลำไยพันธุ์แห้ว โดยการจุ่มน้ำร้อนและจุ่มในสารละลายเบโนมิลความเข้มข้น 500 ส่วนในล้านส่วน (part per million; ppm) ที่อุณหภูมิ 52 ^{o}C เป็นเวลาต่างๆ กัน และนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % พบว่า การจุ่มผลลำไยในสารละลายเบโนมิลความเข้มข้น 500 ppm ที่อุณหภูมิ 52 ^{o}C เป็นเวลา 2 นาที สามารถป้องกันการเน่าเสียได้นาน 30 วัน ดาวเรือง (2530) ได้ทำการแช่ผลลำไยพันธุ์ดอและแห้วในสารละลายเบโนมิลที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วหุ้มด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติก PVC นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % พบว่า การแช่ผลลำไยพันธุ์ดอในสารละลายเบโนมิลความเข้มข้น 500 ppm ที่อุณหภูมิ 52 ^{o}C นาน 2 นาที และการแช่ผลลำไยพันธุ์แห้วในสารละลายเบโนมิลความเข้มข้น 1000 ppm ที่อุณหภูมิและเวลาเท่ากัน มีผลชะลอการเกิดสีน้ำตาลเข้มของเปลือกและควบคุมการเน่าเสียของผลลำไยทั้ง 2 พันธุ์ได้นาน 20 วัน แม้ว่าการแช่ที่ระดับอุณหภูมิของสารละลายเบโนมิลที่สูงขึ้นและเวลาในการแช่ที่นานขึ้นจะสามารถลดการเน่าเสียของผลลำไยได้ดีกว่า แต่จะทำให้เปลือกของผลลำไยมีสีน้ำตาลคล้ำขึ้น ธิดา (2535) ได้ศึกษาโรคของผลลำไยพันธุ์ดอทั้งก่อนและภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยการจุ่มผลลำไยในสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา พบว่า เบโนมิลและโปรคลอแรซสามารถลดการเกิดโรคที่เกิดจากเชื้อ *Alternaria, Botryodiplodia* และ *Fusarium* ได้ดี โดยสารละลายเบโนมิลความเข้มข้น 1000 ppm มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารละลายโปรคลอแรซความเข้มข้น 125 ppm และสารละลายเบโนมิลความเข้มข้น 500 ppm

วรุณรักษ์ (2539) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสารอะเซทัลดีไฮด์ต่อการเน่าเสียของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยการรมผลลำไยด้วยสารอะเซทัลดีไฮด์ที่ปริมาตรหรือที่ความเข้มข้นต่างๆ หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 ^{o}C พบว่า การรมสารอะเซทัลดีไฮด์ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 9 ชั่วโมง หรือการใช้สารเข้มข้น 100 % นาน 8 ชั่วโมง มีผลในการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์ดอ ในขณะที่การใช้สารเข้มข้น 80 % เป็นเวลา 8

โปแตสเซียมซัลไฟต์ (K_2SO_3) สามารถแตกตัวให้โมเลกุลของ SO_2 33.0 % มีน้ำหนักโมเลกุล 158.25 เป็นผลึกหยาบสีขาว ไม่มีกลิ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศจะถูกออกซิไดซ์ ละลายได้ดีในน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์

โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$) สามารถแตกตัวให้โมเลกุลของ SO_2 57.7 % มีน้ำหนักโมเลกุล 190.10 เป็นผลึกร่วนหรือผงสีขาว มีกลิ่นของก๊าซ SO_2 เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศจะถูกออกซิไดซ์ที่ละน้อย ละลายได้ดีในน้ำ แต่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์

โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ($K_2S_2O_5$) สามารถแตกตัวให้โมเลกุลของ SO_2 67.4 % มีน้ำหนักโมเลกุล 222.33 เป็นผลึกร่วนหรือผงสีขาว มีกลิ่นของก๊าซ SO_2 เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศจะถูกออกซิไดซ์ที่ละน้อย ละลายได้ดีในน้ำ แต่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์

SO_2 หรือสารประกอบซัลไฟต์ เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้กรดซัลฟูรัสที่ไม่แตกตัว (H_2SO_3) ไบซัลไฟต์ไอออน (HSO_3^-) และซัลไฟต์ไอออน (SO_3^{2-}) ดังสมการ

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

$$2H_2SO_3 \rightarrow H^+ + HSO_3^- \text{ หรือ } 2H^+ + SO_3^{2-}$$

โดย SO_2 ในรูปอิสระคือรูปของก๊าซ SO_2 ส่วนกรดซัลฟูรัสที่ไม่แตกตัว ไบซัลไฟต์ไอออน และซัลไฟต์ไอออน เป็นรูปที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เป็นผลมาจากกรดซัลฟูรัสที่ไม่แตกตัวมากกว่าตัวอื่นๆ ซึ่งจะพบสารละลายในรูปนี้มากเมื่อสารละลายมีค่า pH น้อยกว่า 3 และการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายมีผลทำให้สัดส่วนของกรดซัลฟูรัสที่ไม่แตกตัว ไบซัลไฟต์ไอออน และซัลไฟต์ไอออน เปลี่ยนแปลงไปด้วย

สารซัลไฟต์ที่ใช้มีบทบาทที่สำคัญดังนี้

ก. ป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย ยิ่งค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำประสิทธิภาพยิ่งสูง

ข. ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ปฏิกิริยานี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับผักและผลไม้สดที่ถูกหั่นหรือตัด แล้วเมื่อพื้นผิวรอยตัดสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเปลี่ยน phenolic compounds ซึ่งไม่มีสีไปเป็นสาร *o*-quinone ที่มีสี ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ phenolase เอนไซม์นี้มีอยู่ในผักและผลไม้สด ส่วนเอนไซม์อื่นๆ เช่น tyrosinase, catecholase, phenoloxidase และ ascorbinase ก็ให้ปฏิกิริยาเช่นเดียวกัน สารมีสีที่เกิดขึ้นนี้

ชั่วโมง หรือการจุ่มผลในสารละลายเข้มข้น 30 % เป็นเวลา 10 นาที มีผลในการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวได้ และสารอะเซทัลดีไฮด์ความเข้มข้น 40 % นาน 12 ชั่วโมง หรือที่ความเข้มข้นสูงกว่า มีผลในการทำลายเส้นใยของเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Curvularia* sp. และ *Phomopsis* sp. บนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 25 ^{o}C และมีผลยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp. และ *Curvularia* sp. บน slide culture ภายหลังการบ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้สารอะเซทัลดีไฮด์ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในทางการค้า เนื่องจากระดับความเข้มข้นที่ให้ผลในการควบคุมเชื้อราภายหลังการเก็บเกี่ยวมีผลกระทบต่อคุณภาพของผล คือ ทำให้สีเปลือกด้านในเข้มขึ้นและเนื้อผลมีสีเหลืองเข้มขึ้น รวมทั้งมีกลิ่นของสารที่ยังคงตกค้างอยู่ในเนื้อผล

2.4.4 การใช้สารซัลไฟต์กับผลลำไยสด

1.) ข้อมูลพื้นฐานและบทบาทของสารซัลไฟต์ในอาหาร

จากการรวบรวมของ เพ็ญศรีและคณะ (2541) ได้รายงานไว้ว่า สารซัลไฟต์ที่อนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (พ.ศ. 2527) เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โซเดียมและโปแตสเซียมไบซัลไฟต์ ($NaHSO_3$, $KHSO_3$) โซเดียมและโปแตสเซียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3, K_2SO_3) และ โซเดียมและโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$, $K_2S_2O_5$) โดยสารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มีน้ำหนักโมเลกุล 64.07 เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและไม่ติดไฟ มีกลิ่นฉุนแสบจมูก ทำให้หายใจลำบาก หลอมเหลวที่อุณหภูมิ –10 ^{o}C มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.5 และค่าความหนาแน่น 2.3 สามารถละลายน้ำได้ โดยจะอยู่ในรูปของกรดซัลฟูรัส

โซเดียมไบซัลไฟต์ ($NaHSO_3$) สามารถแตกตัวให้โมเลกุลของ SO_2 61.6 % มีน้ำหนักโมเลกุล 104.07 เป็นผลึกสีขาวหรือสีขาวเหลือง มีกลิ่นของก๊าซ SO_2 ไม่คงตัวในอากาศ ละลายได้ดีในน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์ $NaHSO_3$ ที่จำหน่ายทางการค้าเป็นสารที่ไม่บริสุทธิ์ ประกอบด้วย $NaHSO_3$ และ $Na_2S_2O_5$ ในสัดส่วนต่างๆ

โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) สามารถแตกตัวให้โมเลกุลของ SO_2 50.8 % ชนิดแอนไฮดรัสมีน้ำหนักโมเลกุล 126.04 เป็นผลึกสีขาว ส่วนชนิดเฮปตะไฮเดรตมีน้ำหนักโมเลกุล 252.16 เป็นผลึกโปร่งใสหรือมีสีขาว ทั้ง 2 ชนิดให้กลิ่นอ่อนๆ ของก๊าซ SO_2 ละลายได้ดีในน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์

สามารถ polymerise และถูกออกซิไดซ์ต่อจนมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อเติมสารซัลไฟต์ลงไปจะเกิดปฏิกิริยากับเอนไซม์ เป็นผลทำให้เอนไซม์หมดสภาพไป

ค. ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) การเปลี่ยนสีเป็นผลมาจากปฏิกิริยาของหมู่คาร์บอนิลและหมู่อะมิโนที่เป็นอิสระ ซึ่งนำไปสู่การเกิดเม็ดสีน้ำตาลของเมลานอยดิน การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดนั้น เป็นการจำกัดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ เมื่อเติมสารซัลไฟต์ลงไปจะเกิดปฏิกิริยากับสารตัวกลางที่มีหมู่คาร์บอนิล จึงสามารถป้องกันไม่ให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปเป็นสารสีน้ำตาล

ง.ป้องกันการสูญเสียวิตามินซีในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ และป้องกันการเหม็นหืนของไขมัน น้ำมันหอมระเหยและคาโรทีนอยด์ ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่น รสที่ผิดปกติ โดยมีคุณสมบัติเป็นสาร antioxidant และ reducing agent

จ. ใช้ในการฟอกสี (bleaching) พวกแป้งและผลิตภัณฑ์ผลไม้ รวมถึงเพกติน

2.) ความเป็นพิษของสารซัลไฟต์

รัตนา (2535) รายงานว่า SO_2 ในรูปที่เป็นก๊าซเท่านั้นที่พบว่าเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซ SO_2 เมื่อละลายน้ำจะมีฤทธิ์เป็นกรด ระดับความเข้มข้นของ SO_2 ที่ร่างกายมนุษย์สามารถดมได้เป็นประจำทุกวันโดยไม่เกิดอันตรายใดๆ เท่ากับ 5 ppm ปริมาณความเข้มข้นของ SO_2 ถ้าในบรรยากาศมีความเข้มข้น 20 ppm จะทำให้เกิดการระคายเคืองของตา และถ้าบรรยากาศมี SO_2 ความเข้มข้น 200 ppm เมื่อสูดดมเข้าไปนานเกินกว่า 1 นาที มีผลทำให้เยื่อตา เยื่อบุจมูก และปอด เป็นอันตรายได้ ส่วน SO_2 ที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหาร ถ้าอยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินไปจะไม่ก่อให้เกิดอันตราย ทั้งนี้เพราะ SO_2 เมื่อถูกบริโภคเข้าไป จะถูกออกซิไดซ์เป็นซัลเฟต แล้วขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ แต่ถ้าบริโภคเข้าไปในปริมาณที่มากเกินไป ปริมาณของ SO_2 ที่เหลือจากการถูกออซิไดซ์ จะไปลดประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและไขมันในร่างกาย เพราะฉะนั้นจึงไม่ควรใช้เกินจากที่กฎหมายกำหนดไว้ และองค์การอนามัยโลกได้กำหนดค่า ADI (acceptable daily intake) ของ SO_2 ไว้ที่ระดับ 0.7 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน

3.) แหล่งที่มาของสารซัลไฟต์

ได้มาจากการเผากำมะถัน การใช้สารประกอบซัลไฟต์ชนิดต่างๆ และการ

ใช้ก๊าซ SO_2จากถังอัดความดัน (รัตนา, 2535) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการใช้งานจากทั้ง 3 แหล่งนี้ พบว่า การใช้ก๊าซ SO_2 จากถังอัดความดันสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ มีความสม่ำเสมอในการรมมากกว่าการใช้ SO_2 จากการเผาผงกำมะถัน ซึ่งสิ้นเปลืองเวลาในขั้นตอนการเผามากกว่า และมีโอกาสที่จะผิดพลาดได้มาก แต่การใช้ SO_2 จากถังอัดความดันมีต้นทุนเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ และราคาของก๊าซที่สูงกว่าวิธีการเผาผงกำมะถันประมาณ 10 เท่า จึงไม่ค่อยมีการนำมาใช้กันมากเท่าที่ควร (สดศรี , 2535)

4.) ข้อกำหนดการใช้สารซัลไฟต์

สำหรับมาตรฐานลำไยของประเทศไทยกำหนดไว้ว่า ถ้ามีการรมลำไยด้วย SO_2 ต้องระบุปริมาณ SO_2 ในเนื้อลำไยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม บนเครื่องหมายหรือฉลากผลิตภัณฑ์ และอนุญาตให้ลำไยที่ผ่านการรมด้วย SO_2 มี SO_2 ในเนื้อลำไยได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , 2542)

5.) รูปแบบของการใช้สารซัลไฟต์

โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ (สายสนม, 2540) คือ

5.1 การรมด้วยก๊าซ SO_2 ที่ได้จากการเผากำมะถัน หรือที่นิยมเรียกว่า sulfuring ก๊าซ SO_2 ที่ได้จะเข้าไปแทนที่อากาศที่อยู่ภายในเซลล์และมีผลยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์และป้องกันการเจริญของเชื้อรา โดยการรมด้วยก๊าซนี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

ก. วิธีการรมในห้องปิดสนิท ห้องที่ใช้ต้องมีระบบการหมุนเวียนอากาศภายในห้องที่ดี และจะต้องมีระบบกำจัดก๊าซ SO_2 เมื่อรมเสร็จเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งใช้วัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนเนื่องจากกรด การรมด้วยวิธีนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ซิงซิงและคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาผลของการรมผลลำไยด้วยก๊าซ SO_2 เพื่อควบคุมโรคเน่า โดยทำการทดลองรมผลลำไยพันธุ์ดอด้วยก๊าซ SO_2 ที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 % นาน 20 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4-6 ^{o}C และนำออกมารมซ้ำทุกๆ 10 วัน รวม 4 ครั้ง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 2 % สามารถลดการเน่าเสียของผลลำไยที่เกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อราได้ แต่ทำให้เปลือกด้านในเกิดอาการผิดปกติ

เยาวภา (2538) รายงานว่า การรมผลลิ้นจี่โดยเผาผงกำมะถันในอัตราส่วน 50 กรัมต่อปริมาตรห้อง 1 ลูกบาศก์เมตร รมนาน 30-60 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ปริมาณ การเรียงกล่องลิ้นจี่และระบบการหมุนเวียนภายในห้องรม โดยบรรจุในกล่องบุด้วย

ฟิล์มพลาสติก พบว่า ผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมสามารถเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นได้นานกว่า 2-3 สัปดาห์ และเมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีชมพูภายใน 2-3 วัน

สัณห์ (2538) ได้ทำการศึกษาผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพและสีผิวของผลลิ้นจี่ พบว่า วิธีการควบคุมการเปลี่ยนสีผิวและการรักษาสีผิวของผลลิ้นจี่พันธุ์ต่างๆ ที่ให้ผลดีที่สุด คือ การรมด้วยก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 2 % นาน 25 นาที แล้วแช่ในสารละลายกรดเกลือ(hydrochloric acid; HCl) ความเข้มข้น 1.0 นอร์มอล (Normal; N) นาน 15 นาที สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและรักษาสีแดงของเปลือกได้นานกว่า 49 วัน แต่ต้องคำนึงถึงสารพิษตกค้างและความผิดปกติทางกายภาพที่มีผลทำให้คุณภาพการบริโภคและการวางจำหน่ายลดลง

Harvey (1956) รายงานว่า การรมผลองุ่นด้วยก๊าซ SO_2 เพื่อควบคุมโรคเน่าที่เกิดจากเชื้อรา โดยทำการรมครั้งแรกด้วยก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 1 % นาน 20 นาที และหลังจากนั้นทำการรมทุกๆ สัปดาห์ โดยใช้ก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 0.25 % นาน 20-30 นาที สามารถลดการเน่าเสียของผลองุ่นได้

Suauco and Menini (1989) รายงานว่า วิธีการรมผลลิ้นจี่ในแอฟริกาใต้ทำโดยเผาผงกำมะถันในอัตราส่วน 100-150 กรัม ในภาชนะปิดสนิทขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่และเก็บรักษาได้นานถึง 2 สัปดาห์

Coates *et al.* (1992) รายงานว่า การรมผลลิ้นจี่ด้วยก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 1.2 % นาน 20 นาที แล้วแช่ในกรด HCl ความเข้มข้น 1 N นาน 30 วินาที สามารถควบคุมโรคซึ่งเป็นผลมาจาก *Colletotrichum* spp. และ *Alternaria* sp. ได้เป็นอย่างดี แม้ว่าจะไวต่อการเกิด blue mold ซึ่งมีสาเหตุมาจาก *Penicillium* sp. ซึ่งสามารถควบคุมได้เช่นกัน โดยการหุ้มผลลิ้นจี่ด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติก polyethylene (PE) หรือการจุ่มใน Prochloraz, Benomyl, Imazalil หรือ Iprodione

Underhill *et al.* (1992) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของก๊าซ SO_2 และสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำต่อการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ โดยการรมผลลิ้นจี่ด้วยก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 1.2 % นาน 10 นาที แล้วตามด้วยการแช่ในสารละลายที่มีค่า pH ต่ำเปรียบเทียบกับชุดที่รมก๊าซ SO_2 เพียงอย่างเดียว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % พบว่า การรมด้วยก๊าซ SO_2 ความเข้มข้น 1.2 % นาน 10 นาที สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และฟอกสีเปลือกให้จาง

ลง เป็นผลทำให้ต้องแช่ในสารละลายที่มีสภาพเป็นกรดตามมา คือกรด HCl ความเข้มข้น 1 N นาน 1 นาที เพื่อช่วยในการคืนสีของเปลือกให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

ข. วิธีการรมในภาชนะบรรจุ โดยการใช้วัสดุเคลือบสารให้ก๊าซ SO_2 หรือซองบรรจุสารให้ก๊าซ SO_2 ใส่ในกล่อง กล่องนี้จะต้องบุด้วยฟิล์มพลาสติกเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซ SO_2 ระเหยไป และเป็นการช่วยรักษาความชื้นภายในกล่อง ความชื้นจากการหายใจหรือจากการคายน้ำจะทำปฏิกิริยากับสารเคมีดังกล่าวให้ก๊าซ SO_2 ออกมา การรมด้วยวิธีนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

อรรณพและคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาผลของก๊าซ SO_2 ที่เกิดจากสาร $Na_2S_2O_5$ ปริมาณ 1, 2 และ 3 กรัมต่อลำไย 1 กิโลกรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 ^{o}C พบว่า ก๊าซ SO_2 สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลคล้ำของเปลือกและควบคุมการเน่าเสียของผลลำไยได้ดี โดยชุดควบคุมที่ไม่มีสาร $Na_2S_2O_5$ จะเริ่มมีการเน่าเสียและปรากฏเส้นใยเชื้อราบนผลลำไยภายหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 30 วัน และภายหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 75 วัน ชุดที่มีสาร $Na_2S_2O_5$ 1, 2 และ 3 กรัม มีการเน่าเสีย 6, 7 และ 10 % ตามลำดับ แต่เนื้อลำไยชุดที่มีสาร $Na_2S_2O_5$ 3 กรัม เปลี่ยนเป็นสีซมพูและรสชาติผิดปกติไปเล็กน้อย จึงเสนอว่าควรใช้สาร $Na_2S_2O_5$ ในปริมาณ 2 กรัมต่อลำไย 1 กิโลกรัม จะให้ผลดีที่สุด

ไพบูลย์ (2532) รายงานว่า การใช้ $K_2S_2O_5$ หรือ $Na_2S_2O_5$ จำนวน 5 กรัมต่อผลองุ่น 30-32 ปอนด์ผสมกับเศษไม้ก๊อก จะช่วยรักษาผลองุ่นไม่ให้เกิดการเน่าเสียอันเนื่องมาจากเชื้อราได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแก่อ่อนและชนิดของผลองุ่น

Coates *et al.* (1992) รายงานว่า การใช้ซองที่ปล่อยก๊าซ SO_2 ออกมาอย่างช้าๆ สามารถควบคุมการเกิดโรคของผลลิ้นจี่ได้เป็นอย่างดี แต่มีผลทำให้เกิดการฟอกสีที่ไม่สม่ำเสมอและเมื่อนำซองที่ปล่อยก๊าซ SO_2 ออก จะทำให้เกิดการคืนสีของเปลือกด้านนอกไม่สมบูรณ์และพบการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ด้วย

Salunkhe and Kadam (1995) รายงานว่า การเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 10 ^{o}C โดยใช้ซองบรรจุสาร $Na_2S_2O_5$ แนบไว้ในกล่อง สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลและโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวได้นานถึง 4 สัปดาห์ แต่มีผลทำให้เกิดกลิ่นแปลกปลอม เนื่องจากการปล่อยก๊าซ SO_2 ออกมาอย่างช้าๆ จะทำให้เกิดการสะสมก๊าซ SO_2 ในระดับสูงและควบคุมยากมากกว่าการใช้วิธีการรม

Thompson (1996) รายงานว่า ก๊าซ SO_2 จะทำให้เกิดการสึกกร่อนได้ง่ายโดยเฉพาะกับโลหะ เพราะก๊าซ SO_2 จะทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศได้

เป็นกรดซัลฟูรัสขึ้นมา หากประยุกต์ใช้ซองบรรจุสาร $Na_2S_2O_5$ ใส่ไว้ในกล่องผลไม้ จะทำให้เกิดการปล่อยก๊าซ SO_2 ออกมาอย่างช้าๆ และพบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis cinerea* ในผลองุ่นได้เป็นอย่างดี

5.2 การใช้ในรูปของสารละลายให้ก๊าซ SO_2 หรือที่นิยมเรียกว่า sulfiting ซึ่งทำได้ทั้งในรูปของการจุ่มหรือแช่ในสารละลายนั้น รวมทั้งการพ่นเป็นละอองลงไปบนผิวหน้าของผักผลไม้

เยาวภา (2538) รายงานว่า การแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลาย $Na_2S_2O_5$ แล้วบรรจุในถาดพลาสติกหุ้มฟิล์ม PVC วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า สีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีชมพูในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 $^{\circ}C$ นั้น ผลลิ้นจี่สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 2 สัปดาห์ โดยที่มีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นกำมะถันในเนื้อ เมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง สีผิวจะพัฒนาได้เล็กน้อยเหมือนผลลิ้นจี่ที่เริ่มเปลี่ยนสีผิว ซึ่งความเข้มข้นของสาร $Na_2S_2O_5$ ที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณผลลิ้นจี่ โดยทั่วไปหากใช้ความเข้มข้น 3-6 % จะใช้เวลาแช่นาน 1-3 นาที แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการใช้ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบการหายใจของผู้ปฏิบัติงานด้วย

Norman (1968) รายงานว่า ปัจจัยในการใช้ SO_2 เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของผลไม้แช่แข็ง คือ จะต้องใช้เวลาที่เหมาะสมเพื่อให้ SO_2 ซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อและต้องไม่ใช้ในปริมาณที่มากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ และในหลายประเทศมีกฎหมายกำหนดปริมาณสารตกค้างไว้ ซึ่งโดยทั่วไปจะแช่ในสารละลาย SO_2 หรือสารละลายที่แตกตัวให้ SO_2 ความเข้มข้น 0.25 % นาน 1 นาที แล้วนำมาผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปแช่แข็ง ซึ่งในระหว่างที่ทำการแช่แข็งจะไม่เกิดการซึมเข้าไปในเนื้อเยื่ออีก

Jiang *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่หลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารละลาย $NaHSO_3$ และกรด HCl โดยนำผลลิ้นจี่มาแช่ในสารละลาย $NaHSO_3$ ความเข้มข้น 1 % ตามด้วยกรด HCl ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ แล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การแช่กรด HCl ความเข้มข้น 0.5 % นาน 8 นาที สามารถรักษาสีแดงของเปลือกและคุณภาพของผลลิ้นจี่ได้ดีที่สุด และในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีปริมาณ SO_2 เหลือตกค้างที่เปลือกและเนื้อมีค่า 46 และ 4.2 ppm ตามลำดับ

สารละลาย $Na_2S_2O_5$ จะสามารถแตกตัวให้โมเลกุลของก๊าซ SO_2 57.7 % และมีคุณสมบัติที่ดีคือทำให้ปฏิกิริยาการเกิดก๊าซ SO_2 เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ดังนั้นการใช้ SO_2 ในรูปของสารละลาย $Na_2S_2O_5$ จึงน่าจะเป็นรูปแบบของการใช้ SO_2 ที่ดีรูปแบบหนึ่ง

แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีปัญหาในแง่ของการหาวิธีการใช้สาร $Na_2S_2O_5$ ที่เหมาะสม ทั้งในเรื่องของความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_5$ และอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถลดปริมาณการใช้ลงได้ เพราะฉะนั้นจึงน่าจะทำการศึกษาในเรื่องข้างต้น

2.4.5 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากมัสตาร์ด (mustard essential oil)

น้ำมันหอมระเหยจากมัสตาร์ดมีสาร allyl isothiocyanate (AIT) เป็นองค์ประกอบ มีกลิ่นฉุนรุนแรงและมีคุณสมบัติป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ จากการศึกษาของ Mori *et al.* (1993) รายงานว่า สาร AIT มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอก และ/หรือ ชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ นอกจากนี้ Goi *et al.* (1985) รายงานว่า การใช้สาร AIT เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะต้องอยู่ภายในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม หากมีการใช้ในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์ปรับตัวและต้านทานทำให้เกิดปฏิกิริยาการต้านรวม ทั้งมีผลต่อการเก็บรักษา โดยจะเกิดสารพิษที่มีฤทธิ์ไปยับยั้งการหายใจของเนื้อเยื่อพืชทำให้เกิดอันตรายกับเนื้อเยื่อพืชได้ จากการทดลองของเอกชัย (2542) พบว่า กล้วยไข่ที่เคลือบผิวด้วยสาร Sta-Fresh 7055 2 % ผสมกับสาร AIT 500 และ 1000 ppm เกิดโรคเพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้ได้ 4 วัน และ 6 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลกล้วยไข่ที่ไม่ได้เคลือบผิวเริ่มปรากฏโรคเมื่อเก็บรักษาไว้ได้ 2 วัน Isshiki *et al.* (1992) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่ต่ำสุดของสาร AIT ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ยีสต์ และราในวุ้น พบว่าแบคทีเรียมีความสามารถต้านทานต่อสาร AIT มากกว่ายีสต์และรา โดยการใช้สาร AIT ที่ความเข้มต่ำเพียงในระดับที่สามารถได้กลิ่นนั้น สามารถนำไปใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการเก็บรักษาแบบ MAP ได้

จากเหตุผลและข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากมัสตาร์ดข้างต้น จึงน่าจะทำการศึกษาผลของการใช้สาร $Na_2S_2O_5$ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยจากมัสตาร์ด เพื่อชะลอการเน่าเสียของพืชผลภายหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป