บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ลำไยเป็นไม้ผลตระกูล Sapindaceae จำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด (species) ขึ้นอยู่กับลักษณะของลำต้น ผล เมล็ด และการใช้ประโยชน์คือ 1) ลำไยต้น *Euphoria longana* Lam. (เกศิณี, 2528) หรือ *Euphoria longana* Lour. (Subhadrabundhu, 1990) หรือ *Dimorcarpus longan* Lour. (วิจิตร, 2526) ซึ่งเป็นลำไยที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทยในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน พะเยา และในภาคอีสานที่จังหวัดนครราชสีมา เลย หนองคาย อีกสายพันธุ์หนึ่ง คือ 2) ลำไยเถา *Euphoria scandens* Winit. Kerr. (Subhadrabundhu, 1990) ใช้เป็นไม้ประดับ โดยจะตัดเป็นพุ่มเตี้ยหรือปลูกเป็นไม้กันลม

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

ลำไยจัดเป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อน มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศจีนตอนใต้ ในปัจจุบันมีแหล่งปลูกตามส่วนต่างๆของโลก เช่น ประเทศออสเตรเลีย จีน ฟิลิปปินส์ และไทย (พิชัย, 2532; จริงแท้, 2538) สำหรับประเทศไทยสันนิษฐานว่ามีการนำเข้าจากประเทศจีนตอนใต้แล้วได้นำมาปลูกในกรุงเทพฯ และเชียงใหม่ ต่อมาได้แพร่พันธุ์กระจายทั่วไป แหล่งปลูกที่สำคัญที่สุดของไทยอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบนโดยเฉพาะจังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ (สำนักงานเกษตรภาคเหนือ และสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2534) ซึ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน มีพื้นที่ปลูกลำไยรวมกันประมาณ 409,146 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 60.96 ของพื้นที่ปลูกลำไยทั่วประเทศ โดยจังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ปลูกลำไย 189,429 ไร่ และจังหวัดลำพูน มีพื้นที่ปลูกลำไย 219,717 ไร่ (สำนักงานเกษตรภาคเหนือและสำนักงานกระทรวงปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544) นอกจากนี้ก็ยังมีปลูกในภาคกลาง เช่น จังหวัดสมุทรสงคราม สมุทรสาคร ปัจจุบันลำไยได้แพร่กระจายไปจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดเลย หนองคาย นครพนม และภาคใต้ เช่น จังหวัดพัทลุง สงขลา และนครศรีธรรมราช (พาวิน, 2543)

ลักษณะทั่วไป

ลำไยเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีหน้าดินลึก มีอินทรีย์วัตถุมาก ระบายน้ำได้ดี โดยธรรมชาติของลำไยจะให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอทุกปี ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เหมาะสม (สำนักงานเกษตรภาคเหนือและสำนักงานกระทรวงปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544) ดังนี้

1. สภาพความอุดมสมบูรณ์ของต้นลำไย โดยสังเกตจากความอุดมสมบูรณ์ของใบ มีสีเขียวเข้มและมัน ทั้งนี้ในระยะก่อนการแทงช่อดอก ลำไยต้องมีการแตกช่อใบอย่างต่อเนื่อง 3 ครั้งขึ้นไป

2. อุณหภูมิที่เหมาะสม ลำไยเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิ 20-25°ซ และต้องการอุณหภูมิ 10-12°ซ ระยะเวลาต่อเนื่อง 10-15 วัน เพื่อกระตุ้นการออกดอก

3. ความชื้นหรือปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสม ลำไยต้องการปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,200-1,400 มิลลิเมตร และมีการกระจายตัวของน้ำฝน 100-150 วัน/ปี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

จำนวนโครโมโซม จำนวนโครโมโซมของลำไย 2n = 30 (พาวิน, 2543)

ลำต้น มีขนาดทรงต้นสูงปานกลางจนถึงขนาดใหญ่ ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจะมีลำต้นตรง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มีความสูง 12-15 เมตร และถ้าหากเป็นต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งมักจะแตกกิ่งก้านสาขาใกล้ๆ กับพื้น (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542) ทรงพุ่มต้นสวยงาม มีการแตกกิ่งก้านสาขาดี เนื้อไม้เปราะทำให้กิ่งหักง่ายกว่าต้นลิ้นจี่ เปลือกลำต้นขรุขระ มีสีน้ำตาลหรือสีเทา (พาวิน, 2543)

ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนกที่ประกอบด้วยใบย่อยอยู่บนก้านใบร่วมกัน (pinnately compound leaves) มีปลายใบเป็นคู่ มีใบย่อย 2-5 คู่ ความยาวใบ 20-30 เซนติเมตร ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือเกือบตรงข้าม ความกว้างของใบย่อย 3-6 เซนติเมตร ยาว 7-15 เซนติเมตร รูปร่างใบเป็นรูปรีหรือรูปหอก ส่วนปลายใบและฐานใบค่อนข้างป้าน ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่าง ผิวด้านบนเรียบ ส่วนผิวด้านล่างสากเล็กน้อย ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อย และเส้นใบแตกออกจากเส้นกลางใบชัดเจน และมีจำนวนมาก (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542; พาวิน, 2543)

ดอก ออกเป็นช่อ โดยมากออกตามปลายกิ่งทางด้านนอกของทรงพุ่ม ซึ่งเกิดเป็นช่อที่ซอกใบ ช่อดอกมีขนาดใหญ่ รูปทรงกรวย ก้านของช่อดอกอวบแข็งแรง เหยียดตรง แตกสาขาออกไปโดยรอบ ก้านที่แตกออกเหล่านี้เป็นที่เกิดของดอกเล็กๆมากมาย มีสีขาวนวล (เกียรติเกษตร และคณะ, 2530) ช่อดอกยาว 15-60 เซนติเมตร ช่อดอกขนาดกลางจะมีดอก

ย่อยประมาณ 3,000 ดอก ช่อดอกหนึ่งๆ อาจมีดอก 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ (staminate flower) ดอกตัวเมีย (pistillate flower) และดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ลักษณะที่คล้ายคลึงของดอกทั้ง 3 ชนิด คือ กลีบเลี้ยงหนาแข็ง 5 กลีบ สีเขียวปนน้ำตาล กลีบดอกบาง 5 กลีบ สีครีม (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542)

ผล ทรงกลมหรือเบี้ยว เปลือก (pericarp) เจริญมาจากผนังรังไข่ (ovary wall) (จงรักษ์, 2544) สีน้ำตาลปนเหลืองหรือปนเขียว สีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ มีตุ่มแบนๆปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก เนื้อ (aril) เกิดจากส่วนที่เจริญขึ้นมาจากก้านไข่อ่อน (funiculus) อยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ด (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542) และผิวหุ้มเนื้อผลส่วนนอก เจริญมาจาก outer integument ซึ่งเนื้อเยื่อส่วนนี้เป็นเนื้อเยื่อฟองน้ำ (พาวิน, 2543)

เมล็ด มีลักษณะกลมจนถึงกลมแบน เมื่อยังไม่แก่มีสีขาวแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีดำมัน มีจุกซึ่งเป็นส่วนของเมล็ดที่ติดกับขั้วผล (placenta) เป็นเนื้อเยื่อสีขาวๆ บนเมล็ด ขนาดเล็กใหญ่ต่างกันไปตามพันธุ์ เมื่อผลแก่จัดถ้ายังไม่เก็บเกี่ยว จุกจะใหญ่ขึ้น เนื่องจากจุกดูดอาหารไปเลี้ยงเมล็ด ทำให้เนื้อผลมีรสชาติจืดลง (พงษ์ศักดิ์ และ คณะ, 2542)

พันธุ์ลำไย

พันธุ์ลำไยที่พบในปัจจุบันอาจแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะของผล เนื้อ เมล็ด และรสชาติ (พาวิน, 2543; พาวิน และวินัย, 2543) คือ

ลำไยเครือหรือลำไยเถา ลำไยชนิดนี้มีลำต้นกึ่งเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น ใบขนาดเล็กและสั้น ผลเล็ก ผิวผลสีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดใหญ่ เนื้อผลบาง มีกลิ่นคล้ายกำมะถัน ปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่าที่จะใช้เพื่อรับประทานผล

ลำไยต้น ลำไยต้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดูก ออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงต้นมกราคม และเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร ยาว 1.7 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวมีสีน้ำตาล เปลือกหนา เนื้อบางสีขาวใส ปริมาณน้ำตาล 19% เมล็ดใหญ่ เปลือกลำต้นขรุขระมาก ต้นตั้งตรงสูง 20-30 เมตร ใบขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลก มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก

2. ลำไยกะโหลก เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากเพราะผลใหญ่ เนื้อหนาและมีรสหวาน ปริมาณน้ำตาล 16-24% มีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างกัน พันธุ์กะโหลกที่ปลูกในประเทศไทย ได้แก่

2.1 พันธุ์ดอหรืออีดอ เป็นลำไยพันธุ์เบา คือ ออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด เพราะเก็บเกี่ยวได้ก่อน ทำให้ได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศนิยม สามารถจำหน่ายทั้งผลสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง ทรงผลกลมแป้น เบี้ยวยกบ่าข้างเดียว เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น ปริมาณน้ำตาล 20%

2.2 พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู เป็นลำไยพันธุ์กลาง จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีรสชาติดี นิยมรับประทานในประเทศ ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ทรงผลค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เปลือกหนา เนื้อหนาปานกลาง สีชมพูเรื่อๆ ยิ่งผลแก่จัดสีของเนื้อยิ่งเข้ม เนื้อล่อน รสหวานกลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาล 21-22% เมล็ดค่อนข้างเล็ก

2.3 พันธุ์แห้วหรืออีแห้ว เป็นลำไยพันธุ์หนัก ผลขนาดใหญ่หรือปานกลาง ทรงผลกลมและเบี้ยว ฐานผลบุ๋ม ผิวสีน้ำตาล มีกระสีคล้ำตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนา แน่น แห้งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดค่อนข้างเล็ก

2.4 พันธุ์เบี้ยวเขียวหรืออีเบี้ยวเขียว เป็นพันธุ์หนักที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่นๆ ผลมีขนาดใหญ่ ทรงผลกลมแบนและเบี้ยวมากเห็นได้ชัด ผิวสีเขียวอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เนื้อหนา สีขาว มีน้ำน้อย รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาล 22% เมล็ดค่อนข้างเล็ก

2.5 พันธุ์ใบดำหรืออีดำหรือกะโหลกใบดำ เป็นลำไยพันธุ์เบา ลักษณะเด่นคือ ออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งและน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ขณะที่ผลโตเต็มที่ ผลจะเล็กกว่าพันธุ์อื่นๆ ทรงผลค่อนกลมแบนและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลคล้ำ ขรุขระ เปลือกหนาและเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง ปริมาณน้ำตาล 20%

2.6 พันธุ์แดงหรืออีแดงกลม เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเฉพาะของพันธุ์นี้คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพผลไม่ค่อยดี เปลือกบาง เนื้อสีขาวครีม เหนียว มีน้ำมากจึงมักแฉะ ปริมาณน้ำตาล 17%

2.7 พันธุ์อีเหลืองหรือเหลือง มีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ออกผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมากๆ ผลค่อนข้างกลม มีปริมาณน้ำตาล 20-21% เมล็ดกลม

2.8 พันธุ์พวงทอง เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ ผลทรงค่อนข้างกลมและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาล มีกระสีน้ำตาล เนื้อหนา กรอบ สีเหลือง ปริมาณน้ำตาล 22%

2.9 พันธุ์เพชรสาครทวาย จัดเป็นลำไยพันธุ์ทะวาย คือ สามารถออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี มีผลกลม เปลือกบาง เนื้อมีสีขาว ฉ่ำน้ำ ปริมาณน้ำตาล 18-20%

2.10 พันธุ์ปู่มาตีนโค้ง มีผลสวยมาก ขนาดใหญ่ สีเขียว ให้ผลดก แต่คุณภาพและรสชาติไม่ดี มีกลิ่นคาว นอกจากนี้ยังเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด

2.11 พันธุ์ตลับนาก ผลขนาดใหญ่ ค่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่หวานจัด

นอกจากพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น ยังมีลำไยอีกหลายๆพันธุ์ที่มีการสำรวจพบ แต่ยังไม่ได้ปลูกแพร่หลายได้แก่ พันธุ์ใบหยก อีสร้อย ดอหลวง ดอยี่แก้ว เป็นต้น

ความสำคัญของลำไย

1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ ลำไยจัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งของภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ผลผลิตของลำไยสามารถส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศทั้งผลสด อบแห้ง แช่แข็ง และลำไยกระป๋อง ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายพันล้านบาท (ตารางที่ 1-4) และมีแนวโน้มว่าจะมีการส่งออกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งลำไยอบแห้ง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์และกระทรวงพาณิชย์ได้จัดให้ลำไยเป็นผลไม้ยอดเยี่ยม (product champion) (พาวิน, 2543)

2. คุณค่าทางด้านโภชนาการ ลำไยจัดว่าเป็นไม้ผลที่ให้พลังงานแก่ผู้บริโภคสูง เนื่องจากเนื้อลำไยมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส เนื้อผลลำไยสดและแห้งจะให้คุณค่าทางอาหารต่างๆรวมทั้งแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (พิชัย, 2532) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 1 มูลค่า และอัตราการขยายตัวของตลาดส่งออกลำไยสดของไทย ปี 2542-2545

รายการ	มูลค่า : ล้านบาท				อัตราการขยายตัว : ร้อยละ			
	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)
1.ฮ่องกง	501.5	949.7	1,136.4	400.1	344.45	89.36	19.66	131.78
2.ไต้หวัน	0.4	44.7	13.0	80.0	-	12,083.93	-70.95	2,622.07
3.อินโดนีเซีย	182.2	380.3	328.8	11.7	-	108.74	-13.53	-3.91
4.แคนาดา	104.3	76.9	72.7	8.8	222.59	-26.31	-5.48	-22.86
5.จีน	44.4	218.9	99.3	7.3	1,360.48	392.85	-54.63	-53.48
6.สิงค์โปร์	92.9	77.6	78.1	2.9	42,513.16	-16.41	0.60	-31.18
7.เนเธอร์แลนด์	4.1	7.3	13.4	2.4	231.45	78.68	84.78	-36.38
8.ฝรั่งเศส	7.1	7.7	4.1	1.7	874.72	8.39	-46.31	94.58
9.สหราชอาณาจักร	1.8	6.7	6.4	1.6	19.04	264.09	-3.15	38.06
10.มาเลเซีย	185.3	195.4	127.7	1.5	-	5.42	-34.65	-73.80
รวม	1,124.1	1,965.1	1,880.0	518.0	653.85	74.83	-4.33	124.53

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร (2545)

หมายเหตุ : 2545 (ม.ค.-เม.ย.) เป็นตัวเลขเบื้องต้น

ตารางที่ 2 มูลค่า และอัตราการขยายตัวของตลาดส่งออกลำไยแห้งของไทย ปี 2542-2545

รายการ	มูลค่า : ล้านบาท				อัตราการขยายตัว : ร้อยละ			
	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)
1.จีน	213.4	496.2	1,126.3	226.1	449.20	132.54	126.98	67.64
2.ฮ่องกง	133.0	173.6	64.2	13.1	580.24	30.48	-63.01	-6.07
3.สิงคโปร์	31.0	51.2	22.5	8.8	246.81	64.91	-56.06	287.00
4.เกาหลีใต้	0.0	46.4	36.7	5.9	-	21,187,543.38	-21.01	-78.77
5.แคเมอรูน	-	-	0.8	3.6	-	-	-	-
6.สหรัฐอเมริกา	8.4	12.8	11.9	3.0	299.38	52.29	-7.29	-22.01
7.ไต้หวัน	-	0.0	0.7	2.3	-100.00	-	32,865.48	-
8.ออสเตรเลีย	4.5	3.3	3.2	0.4	110.76	-25.68	-3.46	-68.21
9.แคนาดา	9.5	17.2	12.1	0.3	1,283.88	81.93	-30.07	-83.12
10.ฝรั่งเศส	0.9	0.9	1.1	0.3	-17.32	-1.52	14.86	30.13
รวม	400.7	801.7	1,279.4	264.0	445.72	100.05	59.59	41.71

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร (2545)

หมายเหตุ : 2545 (ม.ค.-เม.ย.) เป็นตัวเลขเบื้องต้น

ตารางที่ 3 มูลค่าและอัตราการขยายตัวของตลาดส่งออกลำไยแช่แข็งของไทย ปี 2542-2545

รายการ	มูลค่า : ล้านบาท				อัตราการขยายตัว : ร้อยละ			
	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)
1.ญี่ปุ่น	1.3	0.6	0.0	3.3	145.43	-53.47	-99.78	-
2.สหรัฐอเมริกา	30.1	62.8	34.2	3.0	535.36	109.06	-45.50	1.47
3.ฝรั่งเศส	6.5	6.6	8.6	0.9	16.57	1.64	31.02	-
4.ฮ่องกง	0.8	34.1	3.2	0.3	-60.22	4,142.76	-90.70	-84.62
5.นิวซีแลนด์	-	-	1.2	0.1	-	-	-	-
6.สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์	-	-	0.0	-	-	-	-	-
7.ออสเตรเลีย	5.0	2.0	2.2	-	25,655.77	-59.79	7.33	-
8.เบลเยียม	-	0.3	-	-	-	-	-100.00	-
9.แคนาดา	0.0	6.9	11.5	-	-99.79	48,559.58	65.69	100.00
10.จีน	-	1.7	-	-	-	-	-100.00	-
รวม	43.7	115.1	60.9	7.5	124.00	163.63	-47.08	37.87

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร (2545)

หมายเหตุ : 2545 (ม.ค.-เม.ย.) เป็นตัวเลขเบื้องต้น

ตารางที่ 4 มูลค่า และอัตราการขยายตัวของตลาดส่งออกลำไยกระป๋องของไทย ปี 2542-2545

รายการ	มูลค่า : ล้านบาท				อัตราการขยายตัว : ร้อยละ			
	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)	2542	2543	2544	2545 (ม.ค.-เม.ย.)
1.สิงคโปร์	133.6	158.9	101.7	28.2	98.34	18.94	-36.02	13.66
2.มาเลเซีย	123.7	132.5	95.2	25.6	234.50	7.03	-28.09	83.11
3.สหรัฐอเมริกา	89.8	82.3	67.3	22.5	52.94	-8.33	-18.18	-35.28
4.กัมพูชา	7.6	4.9	14.9	5.8	47.43	-35.70	206.25	-11.52
5.จีน	3.0	8.0	12.4	4.9	-35.99	169.59	55.42	35.48
6.อินโดนีเซีย	24.2	28.3	29.1	4.7	-	17.10	2.73	205.59
7.ฝรั่งเศส	13.5	11.2	4.4	2.5	48.27	-16.80	-61.01	-10.49
8.แคนาดา	7.6	11.0	2.7	2.4	45.14	43.51	-75.46	145.68
9.เอสโทเนีย	-	-	-	1.5	-	-	-	-
10.ญี่ปุ่น	5.9	4.9	6.3	1.4	-17.37	-17.49	30.39	-55.07
รวม	408.9	441.9	334.0	99.5	110.43	8.08	-24.41	8.04

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร (2545)

หมายเหตุ : 2545 (ม.ค.-เม.ย.) เป็นตัวเลขเบื้องต้น

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของเนื้อลำไยสดและแห้ง (Morton, 1987)

ส่วนประกอบ (ต่อ 100 กรัม)	เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยแห้ง
ความชื้น	82.40	17.60
ไขมัน	0.10	0.40
เส้นใย	0.40	2.00
โปรตีน	1.00	4.90
เถ้า	0.70	3.10
คาร์โบไฮเดรท	15.80	74.00
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี่)	61.00	286.00
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	10.00	45.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.20	5.40
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	42.00	196.00
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	6.00	28.00
ไธอะมีน (มิลลิกรัม)	-	0.04

หมายเหตุ : - หมายถึง ยังไม่มีรายงาน

ดาวเรือง (2530) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว ดังนี้

1. การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ การแยกเชื้อจุลินทรีย์จากผลลำไยภายหลังการเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งจนผลเน่า พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ คือ เชื้อรา ชนิดที่พบมากคือ *Phlyctaena* sp., *Botryodiplodia* sp. และ *Dendrophoma* sp.

2. อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า อายุในการเก็บรักษาของผลลำไยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยอายุในการเก็บรักษาจะยืดยาวออกไปหากเก็บรักษาผลลำไยไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 11.5 และ 13.5 °ซ จะลดความเสียหายที่เกิดจากอาการเน่าเสียได้มาก คือ หลังจากเก็บรักษาไว้ 1 สัปดาห์ จะเกิดความเสียหายประมาณ 20% เท่านั้น หากเก็บรักษาไว้เกินกว่า 2 สัปดาห์ จะเกิดการเน่าเสียขึ้นทั้งหมด

3. บาดแผล และความบอบช้ำในระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองใช้เข็มหมุดแทงเปลือกทะลุถึงเนื้อในผล ผลละ 3 แห่ง พบว่า ประมาณ 75% ของผลที่มีบาดแผลจะเน่าเสียภายในเวลา 4 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะเดียวกันผลซึ่งไม่มีบาดแผลจะเสียหายเพียง 30 % เท่านั้น

ธิดา (2535) กล่าวถึงลักษณะอาการเน่าของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว ดังนี้

1. เนื้อผลเน่า ผิวเปลือกเป็นสีดำ มีรอยแตกของเปลือกเป็นเกล็ดสีดำ มีจุดสีขาวลักษณะฟู บริเวณขั้วผลและเนื้อผลนิ่ม บางส่วนบุ๋มลงไปและมีกลิ่นฉุน

2. เนื้อผลเน่า ผิวเปลือกสีน้ำตาลคล้ำ บางส่วนผิวสีเหลืองคล้ำ บริเวณขั้วมีเส้นใยสีขาวปนน้ำตาล คลุมโยงกัน เนื้อผลนิ่ม บางส่วนหลุดหายไป น้ำน้ำ มีกลิ่นฉุน

3. เนื้อผลปกติ เปลือกมีสีน้ำตาลคล้ำ มีเส้นใยสีขาวหรือน้ำตาลคลุมทั่วผล บริเวณขั้วมีเส้นใยราคลุมมากกว่า ผิวเปลือกลำไยแห้ง มีกลิ่นฉุน

4. เนื้อผลและผิวเปลือกมีเส้นใยคลุมบริเวณขั้วและบางส่วนของผล ขาวแห้ง มีเกล็ดสีเทาดำขึ้นเป็นจ้ำๆ บริเวณขั้วจะมีเส้นใยฟูมาก กลิ่นปกติ

การป้องกันความเสียหายของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยว

1. การใช้อุณหภูมิต่ำ

คนัย (2535) รายงานว่า ลำไยที่บรรจุภาชนะแล้วควรลดอุณหภูมิ ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธี คือ วิธีใช้น้ำเย็น (hydrocooling) วิธีการผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) และวิธีการโปะน้ำแข็ง (top icing) เป็นต้น วิธีที่นิยมใช้กับลำไยที่ส่งไปจำหน่ายยังสิงคโปร์ และมาเลเซีย คือ การใช้น้ำเย็น โดยการจุ่มลงในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 2-3°ซ การลดอุณหภูมิโดยวิธีนี้ ลำไยต้องบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุที่เป็นตะกร้าพลาสติก สำหรับวิธีผ่านอากาศเย็นยังเป็นวิธีที่ใช้กันน้อย หลักการคือ ให้อากาศเย็นผ่านผลลำไย ซึ่งอากาศเย็นจะรับเอาความร้อนจากผลลำไยไปด้วย ส่วนวิธีการลดอุณหภูมิโดยการโปะน้ำแข็งนั้น ใช้กับการขนส่งลำไยไปยังมาเลเซีย และสิงคโปร์ โดยรถยนต์บรรทุก โดยใส่น้ำแข็งเข้าไปในรถด้วย ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของลำไยระหว่างการขนส่งให้ต่ำตลอดระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2536) รายงานว่า การรักษาคุณภาพของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยววิธีหนึ่ง คือ การทำให้ผลลำไยเย็นก่อนทำการขนส่ง ซึ่งถ้าผลลำไยได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น ความหวานจะลดลงและผลลำไยจะเน่าเสียมากขึ้น ทำให้คุณภาพลดลง ส่วนวิธีการที่ใช้น้ำเย็นหรือน้ำแข็งแช่ก่อนการขนส่งนั้น พบว่าลำไยที่ผ่านการรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulphurdioxide: SO_2) แล้วไม่ควรจะให้ถูกน้ำ เนื่องจากจะทำให้มีกำมะถันตกค้างที่เปลือกมากขึ้น ระบบ forced-air cooling หรือวิธีผ่านอากาศเย็นเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ดีมากในการรักษาคุณภาพผลลำไย แต่ถ้าผลิตผลมีน้อยจะไม่คุ้มกับการลงทุน

สถาบันอาหาร (2541) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลลำไยระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม หากที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% การเก็บที่อุณหภูมิ 2-5°ซ จะเก็บได้นาน 30-45 วัน และที่อุณหภูมิ 5-10°ซ จะเก็บได้นาน 20-30 วัน โดยหลังจากนำออกมาจากห้องเย็นควรรักษาอุณหภูมิให้ต่ำ (2-5°ซ) อย่างต่อเนื่อง

อรรณพและคณะ (2534) ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลลำไย พบว่า ผลลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวที่บรรจุอยู่ในถาด แล้วหุ้มด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติก polyvinylchloride (PVC) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดการเน่าเสียและรักษาคุณภาพผลลำไยให้เก็บรักษาได้นานขึ้น ซึ่งถ้าเก็บรักษาไว้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°ซ แต่หากต้องการเก็บรักษาไว้นานกว่านี้ ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ ซึ่งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 21 วัน

2. การใช้อุณหภูมิสูง

กนกมณฑล (2526) รายงานว่า การใช้อุณหภูมิสูง (heat treatment) กับผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยว ทำได้โดยการแช่ผลลำไยในน้ำร้อน 48-52°ซ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ ในถุง polypropylene ซึ่งอาจเก็บรักษาได้นานถึง 4 สัปดาห์ แต่ลำไยจะมีกลิ่นสุกเล็กน้อยอันเนื่องมาจากความร้อน

3. การใช้สารเคมี

ลักษณะการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้สารเคมี สามารถจำแนกได้ตามลักษณะการควบคุม สารบางอย่างอาจเป็นได้หลายประเภท เพราะมีฤทธิ์ต่อเชื้อจุลินทรีย์อย่างกว้างขวาง การใช้สารเคมีควบคุมโรคมี 4 ประเภท ดังนี้ (จริงแท้, 2538)

3.1 Protection หมายถึง ประเภทที่ใช้เพื่อยับยั้งการงอกของสปอร์หรือยับยั้งการเจริญของเส้นใยที่มีอยู่บนผลิตผลแต่ไม่ได้อยู่ในระยะพักตัว (quiescence) ได้แก่ sodium orthophenylphenate (SOPP) ใช้ควบคุมเชื้อ *Geotrichum* sp. ในมะเขือเทศและส้ม เป็นต้น

3.2 Suppression หมายถึง ประเภทที่ใช้เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าแฝงตัวอยู่ในผลิตผลแล้ว ตั้งแต่ก่อนการเก็บเกี่ยว สารเคมีหลายชนิดที่มีคุณสมบัติในข้อ 3.2 ก็มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แบบนี้ได้

3.3 Therapy หมายถึง ประเภทที่ใช้เพื่อฆ่าทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่แฝงตัวอยู่ในผลิตผล สารเคมีที่มีคุณสมบัติแบบนี้มีน้อยชนิด มีใช้กันมากในการเก็บรักษาแมล็ด

ธัญพืช เช่น กรด acetic และ propionic การใช้ความร้อนและรังสีในการควบคุมโรคก็จัดว่าเป็นการควบคุมโรคประเภทนี้เช่นกัน

3.4 Sanitation หมายถึง ประเภทที่ใช้เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่เป็นเส้นใย ส่วนขยายพันธุ์ หรือส่วนเจริญอื่นๆที่ติดมากับผิวของผลิตผล ได้แก่ คลอรีน ซึ่งจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของกรด hypochlorous ในน้ำ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ formaldehyde และ isopropyl alcohol ใช้สำหรับกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว เช่น ภาชนะ สายพาน และห้องเย็น นอกจากนี้ยังมีสารที่อยู่ในรูปของแก๊สได้แก่ SO_2 ใช้ในองุ่น ethylene oxide ใช้กับผลไม้แห้ง และโอโซน (ozone: O_3) ใช้ในห้องเก็บรักษา

พรวิสาข์ (2543) ศึกษาผลของความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ใช้แช่ผลลำไยพันธุ์คอเพื่อควบคุมการเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำผลลำไยมาแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 0, 5.0, 7.5 และ 10.0% (น้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 °ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°ซ และอุณหภูมิห้อง (27 ± 2°ซ) พบว่า ผลลำไยที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 7.5% ที่อุณหภูมิ 25°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ สามารถชะลอการเน่าเสียได้ไม่เกิน 21 วัน โดยไม่มีสารซัลไฟต์ตกค้างในเนื้อลำไย และนานกว่าชุดควบคุม 7 วัน ส่วนผลลำไยที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 10.0% ที่ทุกอุณหภูมิภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ และอุณหภูมิห้องนาน 7 วัน และ 3 วันตามลำดับ พบว่า มีสารซัลไฟต์ตกค้างในเนื้อลำไย และเนื้อลำไยเปลี่ยนเป็นสีชมพู และเมื่อใช้สาร allyl isothiocyanate ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000 และ 1500 สตล ร่วมกับสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 7.5% แช่ผลลำไยที่อุณหภูมิ 25°ซ เป็นเวลา 5 นาที พบว่าสาร ally isothiocyanate ทุกระดับความเข้มข้น ไม่สามารถช่วยชะลอการเน่าเสีย และไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในการยับยั้งการเกิดโรคในผลลำไยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°ซ และอุณหภูมิห้อง แต่มีผลทำให้ปริมาณสารซัลไฟต์ที่ตกค้างในเปลือกของผลลำไยลดลงเร็วกว่าการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพียงอย่างเดียว

วรุณรักษ์ (2539) ศึกษาอิทธิพลของสารอะเซทัลดีไฮด์ต่อการเน่าเสียของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยการรมผลลำไยด้วยสารอะเซทัลดีไฮด์ที่ปริมาตรหรือความเข้มข้นต่างๆ หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20°ซ พบว่า การรมสารอะเซทัลดีไฮด์ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 9 ชั่วโมง หรือการใช้สารเข้มข้น 100% นาน 8

ชั่วโมง มีผลในการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์ดอ ในขณะที่การใช้สารเข้มข้น 80% เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หรือการจุ่มผลในสารละลายเข้มข้น 30% เป็นเวลา 10 นาที มีผลในการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวได้ และสารอะเซทัลดีไฮด์ที่ความเข้มข้น 40% นาน 12 ชั่วโมง หรือที่ความเข้มข้นสูงกว่า มีผลในการทำลายเส้นใยของเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Curvularia* sp. และ *Phomopsis* sp. บนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 25°ซ และมีผลในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp. และ *Curvularia* sp. โดยเลี้ยงบนแผ่นสไลด์ภายหลังการบ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้สารอะเซทัลดีไฮด์ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในทางการค้า เนื่องจากระดับความเข้มข้นที่ให้ผลในการควบคุมเชื้อราภายหลังการเก็บเกี่ยวมีผลกระทบต่อคุณภาพของผล คือ ทำให้สีเปลือกด้านในเข้มขึ้นและเนื้อผลมีสีเหลืองเข้มขึ้น รวมทั้งมีกลิ่นของสารที่ยังตกค้างอยู่ในเนื้อผล

ดาวเรือง (2530) แช่ผลลำไยพันธุ์ดอและแห้วในสารละลายเบโนมิลที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วหุ้มด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติก PVC นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% พบว่า การแช่ผลลำไยพันธุ์ดอในสารละลายเบโนมิลที่ความเข้มข้น 500 สตล ที่อุณหภูมิ 52°ซ นาน 2 นาที และการแช่ผลลำไยพันธุ์แห้วในสารละลายเบโนมิลที่ความเข้มข้น 1,000 สตล ที่อุณหภูมิและเวลาเท่ากัน มีผลชะลอการเกิดสีน้ำตาลเข้มของเปลือกและควบคุมการเน่าเสียของผลลำไยทั้ง 2 พันธุ์ได้นาน 20 วัน แม้ว่าการแช่ที่ระดับอุณหภูมิของสารละลายเบโนมิลที่สูงขึ้นและเวลาในการแช่ที่นานขึ้นจะสามารถลดการเน่าเสียของผลลำไยได้ดีกว่า แต่จะทำให้เปลือกของผลลำไยมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ธิดา (2535) ได้ศึกษาโรคของผลลำไยพันธุ์ดอทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว โดยการจุ่มผลลำไยในสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา พบว่าเบโนมิลและโปรคลอแรซสามารถลดการเกิดโรคที่เกิดจากเชื้อ *Alternaria* sp., *Botryodiplodia* sp. และ *Fusarium* sp. ได้ดีโดยสารละลายเบโนมิลที่ความเข้มข้น 1,000 สตล มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารละลายโปรคลอแรซที่ความเข้มข้น 125 สตล และสารละลายเบโนมิลที่ความเข้มข้น 500 สตล

3.4.1 การใช้สารแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (calcium hypochlorite; $Ca(OCl)_2$)

แคลเซียมไฮโปคลอไรท์หรือ Losantin มีสูตรโมเลกุล $CaCl_2O_2$ มวลโมเลกุลเท่ากับ 142.99 ประกอบด้วย Ca 28.03% , Cl 45.59% และ O 22.38% สูตรอย่างง่ายคือ $Ca(OCl)_2$ ไม่สามารถเตรียมให้อยู่ในรูปสารบริสุทธิ์ได้ ถ้าอยู่ในรูปการค้าจะประกอบไปด้วย $Ca(OCl)_2$ 50% หรือมากกว่า ส่วนในรูปของแข็งประกอบด้วย $Ca(OCl)_2$ 90-94% ใน

รูปที่ไม่บริสุทธิ์อาจประกอบไปด้วย $Ca(ClO_4)_2$, $CaCl_2$, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$ และน้ำ (Windholz *et al.*, 1983)

แคลเซียมไฮโปคลอไรท์เป็นรูปหนึ่งของคลอรีน ซึ่งใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับผลิตผล (Suslow, 1997) สามารถใช้กำจัดได้ทั้งสาหร่าย เชื้อรา แบคทีเรีย หรือใช้ในการกำจัดกลิ่น ใช้ในการทำน้ำตาลบริสุทธิ์ หรือใช้ในกระบวนการผลิตน้ำสะอาด เนื่องจากแคลเซียมไฮโปคลอไรท์มีคุณสมบัติในการเป็นตัวออกซิไดซ์ และเป็นสารฟอกสีอีกด้วย (Windholz *et al.*, 1983) โดยมี active ingredient (a.i.) 65-68% และจะอยู่ในรูปของของแข็ง โดยมีลักษณะเป็นผงหรืออัดเป็นเม็ด แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ในรูปของแข็งจะมีความเสถียรมากกว่าในรูปของเหลว ละลายได้ดีในน้ำเย็น (Suslow, 1997)

คลอรีนทำปฏิกิริยากับน้ำได้ดังสมการ

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrow HOCl + Cl^- + H^+$$

HOCl (hypochlorous acid) เป็นกรดอ่อน แตกตัวให้ OCl^- และ H^+ และอยู่ในสมดุลย์กับ OCl^- ส่วน hypochlorite ในน้ำจะแตกตัวได้ตามสมการ

$$NaOCl \text{ หรือ } CaOCl + H_2O \rightarrow OCl^- + Na^+ \text{ หรือ } Ca^+$$

ซึ่ง OCl^- จะทำปฏิกิริยากับน้ำและอยู่ในสมดุลย์กับ HOCl เช่นกัน OCl^- มีคุณสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และคุณสมบัติในการฟอกสีต่ำกว่า HOCl 50-80 เท่า แต่ OCl^- จะมีความเสถียรมากกว่า สัดส่วนระหว่าง HOCl กับ OCl^- ขึ้นอยู่กับ pH ของสารละลาย ดังนั้นการใช้คลอรีนจึงควรรักษาระดับ pH ให้อยู่ในช่วงที่มี HOCl มาก (pH เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย) ทั้ง HOCl และ OCl^- ไม่เลือกทำลายจุลินทรีย์อย่างเฉพาะเจาะจง นอกจากนั้นยังทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ต่างๆด้วย ดังนั้นหากในน้ำที่ใช้ผสมคลอรีนมีอินทรีย์วัตถุอยู่มาก คุณสมบัติในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์จะลดลง (จริงแท้, 2538)

Prusky *et al.* (2001) ศึกษาผลการใช้คลอรีนเพื่อควบคุมโรคจุดดำที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Alternaria alternata* ในพลับพันธุ์ Triumph ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -1°ซ โดยได้ทดลองจุ่มพลับลงในสารประกอบคลอรีน Troclosene sodium ซึ่งสาร Troclosene sodium จะมีความเสถียรและมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *Alternaria alternata* มากกว่าแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ พบว่าการใช้สาร Troclosene sodium ที่ความเข้มข้น 500 $\mu g\ ml^{-1}$ สามารถลดการเกิดโรคจุดดำในพลับได้ และยังพบว่าหลังจากเก็บรักษาไว้

นาน 4 เดือน พลับที่จุ่มสารสามารถนำออกจำหน่ายได้มากกว่าพลับที่ไม่ได้จุ่มสาร Troclosene sodium มากถึง 15-40%

Behrsing *et al.* (2000) ศึกษาผลการใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรท์เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* ในผักสด โดยศึกษาถึงความแตกต่างของระยะเวลาในการจุ่มและความเข้มข้นของคลอรีน พบว่าใบของผักกาดหอมห่อที่ผ่านการจุ่มสารละลายไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 50 mg/l เป็นเวลา 30 วินาที สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้ประมาณ 1.9-2.8 $\log_{10}$ CFU/g จากประชากรรวมทั้งหมดประมาณ 6.8 $\log_{10}$ CFU/g ในดอกบล็อกโคลี่ที่ผ่านการจุ่มสารละลายไฮโปคลอไรท์ก็สามารถลดจำนวนของเชื้อ *E. coli* ได้เช่นกันประมาณ 1.7-2.5 $\log_{10}$ CFU/g ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ สำหรับการจุ่มใบผักกาดหอมห่อและดอกบล็อกโคลี่ในน้ำเปล่า สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้เพียง 1.5-1.8 $\log_{10}$ CFU/g และการจุ่มดอกบล็อกโคลี่ในสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 100 mg/l เป็นเวลา 2 นาที อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 4 และ 25°ซ สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้ประมาณ 2.4 $\log_{10}$ CFU/g

3.4.2 การใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite; NaOCl)

โซเดียมไฮโปคลอไรท์หรือ Pentahydrate มีสูตรเคมีคือ ClNaO มวลโมเลกุลเท่ากับ 74.44 ประกอบด้วย Cl 47.62% , Na 30.88% และ O 21.49% โซเดียมไฮโปคลอไรท์มีความไม่เสถียรสูงมาก สลายตัวง่าย จึงควรเก็บรักษาในที่แห้งและเย็น จุดหลอมเหลวคือ 18°ซ (Windholz *et al.*, 1983)

โซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นรูปหนึ่งของคลอรีน อยู่ในรูปของสารละลาย เช่น Chlorox มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Chryptosporidium* sp. , *Salmonella* sp. และ *Escherichia coli* (Bachmann and Earles, 2000) ในสภาพของแข็งจะดูดซับความชื้นจากอากาศและจะปลดปล่อยก๊าซคลอรีนได้ง่ายกว่าในรูปของแหลว และมีราคาแพงกว่าคลอรีน นอกจากนั้นยังใช้ในระบบการบำบัดน้ำเสียอีกด้วย มี active ingredient (a.i.) 5.25-12.75% (Suslow, 1997)

Aquino *et al.* (1998) รายงานว่าส้มพันธุ์ tangelo *(Citrus paradisi* 'Duncan' x *Citrus reticulata* 'Dancy') ที่ผ่านการจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 500 สตล หรือ imazalil 500 สตล และแบ่งเป็นกลุ่มที่หุ้มกับไม่ได้หุ้มด้วยพลาสติกฟิล์ม แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 60% วัดผลการทดลอง

ทุก 10 วัน เป็นเวลา 1 เดือน โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำคั้น(โดยดูจาก pH ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิตามินซี อะเซทัลดีไฮด์ เอธานอล เมธานอล และเอทิลอะซิเตท) การสูญเสียน้ำหนัก อายุการเก็บรักษา การเน่าเสีย ความแน่นเนื้อ อัตราการหายใจ และอัตราการผลิตเอทธิลีน พบว่าส้มที่ผ่านการจุ่มสาร imazalil สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Penicillium digitatum* ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียลงได้ ซึ่งในโซเดียมไฮโปคลอไรท์ไม่สามารถยับยั้งได้ ดังนั้นส้มที่ผ่านการจุ่มสาร imazalil และห่อด้วยพลาสติกฟิล์มจะมีคุณภาพดีที่สุด

Hong and Gross (1998) ศึกษาการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.26 และ 1.05% ที่ระยะเวลา 0, 20 และ 60 วินาที หลังจากนั้นทดสอบหาความแน่นเนื้อ electrolyte leakage อัตราการหายใจ และอัตราการผลิตเอทธิลีน ของมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill) หั่นชิ้น เก็บรักษาที่ 5°ซ ภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere : MA) พบว่า ในมะเขือเทศหั่นชิ้นที่ผ่านการจุ่มสาร ในส่วน pericarp จะมีความแน่นเนื้อมากกว่าที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มสาร มะเขือเทศหั่นชิ้นที่ผ่านการจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 1.05% เป็นเวลา 60 วินาที สูญเสียความแน่นเนื้อน้อยที่สุด และวัด electrolyte leakage ได้เท่ากับ 14.2, 25.6 และ 25% เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4, 8 และ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับในมะเขือเทศหั่นชิ้นที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มสาร มีอัตราการผลิตเอทธิลีน และคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น

3.4.3การใช้สารโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(potassium permanganate; $KMnO_4$)

โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตหรือ permanganic acid potassium salt มีสูตรเคมีคือ $KMnO_4$ มวลโมเลกุลเท่ากับ 158.03 ประกอบด้วย K 24.74% , Mn 34.76% และ O 40.50% เตรียมได้จากแร่แมงกานีส โดยวิธี electrolytic oxidation มีลักษณะเป็นผลึกใส สีม่วงเข้ม ไม่มีกลิ่น มีรสฝาด มีความเสถียร สลายตัวอย่างช้าๆที่อุณหภูมิ 240°ซ โดยให้ก๊าซออกซิเจน ละลายในน้ำ หรือแม้แต่ในกรดเข้มข้น เช่น HCl ฤทธิ์กัดกร่อนขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย หากอยู่ในรูปสารละลายเจือจาง จะมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนอย่างอ่อน

การนำไปใช้ประโยชน์ สามารถใช้ในการฟอกสียางเรซิ่น ขี้ผึ้ง หลอด หนังสัตว์ ไม้ ผ้าฝ้าย ผ้าไหมหรือผลิตภัณฑ์จากเส้นใยอื่นๆ ในทางการแพทย์ ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค ยาสมานแผล และยาดับกลิ่น เป็นต้น (Windholz *et al.*,1983) เนื่องจากโปแทส

เซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นตัวออกซิไดซ์อย่างแรง จะออกซิไดซ์อินทรีย์วัตถุทำให้ผิวหนัง ผิวผลิตผล ฯลฯ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ (จริงแท้, 2538)

4. การใช้ก๊าซโอโซน

ก๊าซโอโซน (ozone: O_3) (ภาพที่ 1) เป็นก๊าซธรรมชาติ ที่ไม่มีสี มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 48 จุดหลอมเหลว –192.7°ซ จุดเดือด –111.9°ซ และมีการละลายน้ำที่ 49 มิลลิลิตรต่อน้ำ 100 มิลลิลิตรที่ 25°ซ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540) ความหนาแน่นในสถานะของเหลวคือ 2.144 g/l ความหนาแน่นในสถานะก๊าซคือ 1.614 g/l (Windholz *et al.*,1983) โอโซนเกิดจากก๊าซออกซิเจนแตกตัวเป็นอะตอมของธาตุออกซิเจน จากนั้นอะตอมของออกซิเจนจะไปรวมกับก๊าซออกซิเจนกลายเป็นก๊าซโอโซน (Suslow, 1997) ดังสมการข้างล่าง

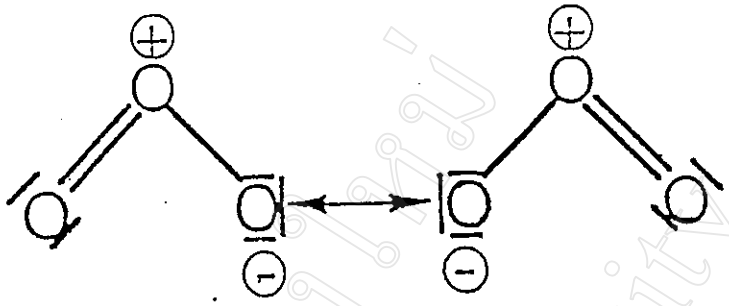
$$O_2 \longrightarrow O^\circ + O^\circ$$

ก๊าซออกซิเจน อะตอม อะตอม

$$O^\circ + O_2 \longrightarrow O_3$$

อะตอม ออกซิเจน ก๊าซโอโซน

โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่คงตัว จะแตกสลายให้ก๊าซออกซิเจน (oxygen: O_2) และออกซิเจนอะตอม (O°) ภายใน 15-20 นาทีจะมีโอโซนเหลืออยู่เพียงครึ่งเดียว และส่วนที่เหลือก็จะสลายไปเรื่อยๆจนหมดในที่สุด ออกซิเจนที่ออกมาจะเป็นตัวสำคัญที่ไปทำหน้าที่ออกซิไดซ์ (oxidize) สารอื่น (ชุดา และคณะ, 2541) คุณสมบัติทางกายภาพของโอโซนจะมีความสำคัญมากกว่าคุณสมบัติทางเคมี กล่าวคือ โอโซนจะดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 2,200-3,300 A° (220-330 นาโนเมตร) ในขณะที่ก๊าซออกซิเจนมีผลต่อรังสีที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 2,400 A° นอกจากนี้ โอโซนยังดูดซับรังสีควงอาทิตย์ที่ช่วงคลื่นอินฟราเรดและรังสีอื่นๆด้วย และเนื่องจากโอโซนมีโครงสร้างของโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าก๊าซออกซิเจน ลักษณะของอะตอมจะเป็นไดแมคเนติกซึ่งจะทำให้เกิดพลังงานที่เหนือกว่า (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)



ภาพที่ 1 โครงสร้างโมเลกุลของโอโซน (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

4.1 หลักการผลิตโอโซน

การผลิตโอโซนใช้หลักของพลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก ที่เรียกทั่วไป คือโอโซนเนเตอร์ (Ozonator) ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถผลิตและควบคุมระดับของก๊าซโอโซนได้ หลักการทั่วไปคือ อะตอมของออกซิเจนจะได้รับการถ่ายพลังงาน จนทำให้เกิดเป็นโมเลกุลที่เร่งสภาพหรือมีพลังงานสูง และในที่สุดก็เกิดการรวมเป็นโมเลกุลของโอโซน ทฤษฎีของการทำ corona discharge หรือ การเร่งประจุไฟฟ้าให้ออกมาเป็นกลุ่มก้อนหรือเป็นประกายในบรรยากาศจะเป็นตัวที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา และเร่งปฏิกิริยาของก๊าซออกซิเจน ดังนั้น ทฤษฎีของโคโรน่าจึงใช้เป็นบรรทัดฐานในการผลิตอุปกรณ์โอโซน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการผลิตโดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต(UV)เพราะแสงอัลตราไวโอเลตไม่สามารถควบคุมปริมาณละเอียดได้ และจะมีการผลิตได้ในระดับความเข้มข้นต่ำ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

ด้วยคุณสมบัติในการเป็นตัวออกซิไดซ์ โอโซนจึงมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคที่เหนือกว่าสารเคมีจำพวกคลอรีน คลอรีนไดออกไซด์ โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หลายประเทศในยุโรปได้มีการเลือกใช้ก๊าซโอโซนแทนสารเคมีดังกล่าว (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540) ในต่างประเทศได้มีการค้นคว้าหาสารเคมีที่จะนำมาเป็นตัวฆ่าเชื้อโรคในผักและผลไม้ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น ในบางผลิตภัณฑ์หรือในบางขั้นตอนของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ได้มีการนำเอาโอโซนมาใช้ฆ่าเชื้อโรคเพื่อทำน้ำบริสุทธิ์ สำหรับใช้ล้างผลิตผลทั้งที่ปอกเปลือกและยังไม่ปอกเปลือก หรืออาจใช้ฆ่าเชื้อโรคในห้องเย็นที่ใช้เก็บรักษาผลิตผล ซึ่งได้รับการรับรองว่าปลอดภัยว่าเป็นสารจำพวก Generally Recognized As Safe (GRAS) ในการผลิตน้ำดื่มจะใช้โอโซนเพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์

ที่ปนเปื้อนในอัตรา 0.5-2 สตล โอโซนส่วนใหญ่ละลายในน้ำ ทั้งนี้โอโซนเป็นก๊าซที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน และเป็นอันตรายต่อมนุษย์หากได้รับเกินกว่า 4 สตล (ตารางที่ 6) มนุษย์สามารถได้กลิ่นในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.04 สตล (Suslow, 1997) สมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดระดับสูงสุดของก๊าซโอโซนไว้ 0.1 สตล สำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมง ซึ่งมาตรฐานนี้เท่ากับมาตรฐานที่สมาคม American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIS) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดไว้ นอกจากนั้นยังได้มีมาตรฐานสำหรับช่วงระยะเวลาสั้นๆ คือ อนุญาตให้สัมผัสได้ 0.3 สตล ในช่วงระยะเวลา 15 นาที (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

ตารางที่ 6 ระดับความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่มีผลทางด้านสุขภาพ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

ระดับของก๊าซโอโซน (สตล)	ข้อมูลด้านสุขภาพ
0.02-0.05	สามารถได้กลิ่น
0.1-0.3	ใน 2-3 ชม. จะมีความรู้สึกแสบจมูกและคอ
0.6-0.8	ใน 2-3 ชม. จะมีการกระตุ้นระบบทางเดินหายใจ
1.0-2.0	ใน 2-3 ชม. จะทำให้ระบบทางเดินหายใจผิดปกติ
10	มีอันตรายต่อสุขภาพไม่ควรสัมผัสเกิน 60 นาที
20	มีอันตรายต่อสุขภาพไม่ควรสัมผัสเกิน 10 นาที

โอโซนสามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดีกว่าคลอรีนถึง 52% ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และสิ่งมีชีวิตที่แขวนลอยอยู่ในน้ำได้อย่างดี โอโซนมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียเร็วกว่าคลอรีนถึง 5,000 เท่า ในเวลาเพียงไม่กี่วินาทีโอโซนสามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นฆ่าเชื้อโรค โดยปราศจากสารตกค้างพวกสารฮาโลเจนที่มีผลต่อการปนเปื้อนในน้ำสะอาด คลอรีนซึ่งนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย จะมีผลทำให้เกิดสารตกค้างซึ่งเรียกว่า ไตรฮาโลมีเทน (THM) ซึ่งสาร THM นี้เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งได้ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

4.2 การนำก๊าซโอโซนไปใช้ประโยชน์

4.2.1 การควบคุมสาหร่าย

ในช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของอากาศตามฤดูกาล การเจริญเติบโตของสาหร่ายจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปนเปื้อนของสารอาหารในน้ำอยู่ในระดับที่

เหมาะสมทำให้เกิดการเจริญเติบโตของสาหร่าย และโอโซนจะช่วยยับยั้งระบบการเผาผลาญอาหารของสาหร่ายหลายชนิด โดยทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับส่วนประกอบของสารอินทรีย์นั้นๆ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

4.2.2 การควบคุมกลิ่นและรสชาติ

โดยปกติส่วนประกอบของรสและกลิ่นเป็นสารอินทรีย์ธรรมชาติ แม้ว่าจะมีการปะปนของสารอนินทรีย์บางตัวเป็นพวกซัลไฟด์ ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นฉุนอย่างรุนแรง สารประกอบอินทรีย์หลายชนิด ก่อให้เกิดรสชาติไม่สามารถจะรับได้เช่นเดียวกับกลิ่น ซึ่งเกิดจากการสะสมจากการเน่าเปื่อยของบรรดาพืชผักในธรรมชาติ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

4.2.3 ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่มีต่อธาตุเหล็กที่ละลายได้ และแมงกานีส

ธาตุเหล็กจะถูกทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอย่างรวดเร็วโดยโอโซนในสภาพความเป็นด่างปกติจนกลายเป็นประจุธาตุเหล็ก ซึ่งจะรวมตัวและตกตะกอนได้เช่นเดียวกัน สารแมงกานีสจะถูกออกซิไดซ์เป็น manganese ions ซึ่งทำให้สามารถแตกตัวเป็นสารแมงกานีสไดออกไซด์ และมีผลในการทำให้เกิดการตกตะกอนและสามารถกรองได้ง่าย (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

4.2.4 การขจัดสารแขวนลอย

ตะกอนต่างๆ เกิดขึ้นจากการรวมตัวสารแขวนลอยที่มีอนุภาคเล็กและมีพื้นที่ผิวมาก ตะกอนเหล่านี้มีประจุไฟฟ้าจำนวนมาก และด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการสะสมของปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อตะกอนเหล่านี้ผ่านขั้นตอนในการกรองจึงไม่สามารถกักเก็บไว้ได้

ก๊าซโอโซนสามารถเปลี่ยนประจุพื้นผิว และช่วยให้สารแขวนลอยและตะกอนรวมตัวได้ดีกว่า และสามารถกรองทิ้งได้ง่าย เช่น เมื่อมีประจุของธาตุเหล็กเกิดขึ้น โอโซนจะทำหน้าที่ออกซิไดซ์ให้กลับเป็นธาตุเหล็กดังเดิม (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

4.2.5 การกำจัดกลิ่นและอากาศเสีย

โมเลกุลของโอโซนค่อนข้างมีความไวสูง ทำให้มีความสามารถในการทำความสะอาดได้เป็นอย่างดีประมาณ 99% ของอากาศเสีย (กลิ่นอันไม่พึงประสงค์ก๊าซต่างๆ) เกิดขึ้นจากโมเลกุลที่ไม่อิ่มตัว โมเลกุลที่ไม่อิ่มตัวนี้มีความต้องการที่จะจับโมเลกุลหรืออะตอมหรือประจุไฟฟ้าเพื่อให้อิ่มตัว เช่นเดียวกับโมเลกุลโอโซนซึ่งมีความไวสูงโดย

ธรรมชาติ ก็ต้องการที่จะรวมตัวกับโมเลกุลอื่นๆ ดังนั้นเมื่อโมเลกุลของอากาศเสียถูกจับโดยโอโซน ความไม่อิ่มตัวของโมเลกุลนั้นๆก็จะแยกย่อยและถูกทำลายไปในที่สุด (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

4.2.6 การกำจัดเชื้อโรค (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

โอโซนทำหน้าที่ในการทำลายเยื่อหุ้มหล่อเลี้ยง(cell membrane) ของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถสืบพันธุ์และมีชีวิตต่อไปได้

Sarig *et al.* (1996) ได้ศึกษาถึงผลของก๊าซโอโซนต่อการเน่าเสียขององุ่น (*Vitis vinifera* L.) ที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว จากการให้ก๊าซโอโซนที่อัตราความเข้มข้น 8 $mg.min^{-1}$ เป็นเวลา 20 นาที พบว่าจำนวน colony forming units (cfu) ของเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียที่ผิวองุ่น มีจำนวนลดลง จึงเป็นการยืดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากเกิดการเน่าเสียน้อยลง การทดลองครั้งนี้จึงเป็นการชี้ให้เห็นถึงผลของการทำให้ผลิตผลปราศจากเชื้อโรคก่อนการเก็บรักษาโดยก๊าซโอโซน ซึ่งองุ่นที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนส่วนมากจะให้ผลเช่นเดียวกับองุ่นที่ผ่านการรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งสามารถทำให้เก็บรักษาได้นานโดยปราศจากเชื้อ *Rhizopus stolonifer* และพบว่าก๊าซโอโซนไม่มีพิษต่อองุ่น ดังนั้นการใช้ก๊าซโอโซนเพื่อควบคุมการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อราภายหลังการเก็บเกี่ยว จึงสามารถใช้แทนการรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้

Liew and Prange (1994) ได้ศึกษาผลของก๊าซโอโซนและอุณหภูมิในการเก็บรักษาแครอตต่อเชื้อ *Botrytis cinerea* Pers. และ *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary ที่เกิดหลังการเก็บรักษา โดยให้ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 0, 7.5, 15, 30 หรือ 60 $\mu l.liter^{-1}$ ไหลผ่านเข้าไปในห้องที่เก็บรักษาแครอต ในอัตราเร็ว 0.5 $liters\text{-}min^{-1}$ ทุกวันๆละ 8 ชั่วโมง เป็นเวลา 28 วัน การทดลองทำซ้ำ 2 ครั้ง โดยอุณหภูมิในการเก็บรักษาคือที่ 2, 8 และ 16 °ซ พบว่า อัตราการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นของโอโซนสูงสุด ซึ่งทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่าก๊าซโอโซนคือ fungistatic และทำการศึกษาอัตราการหายใจ ปริมาณ electrolyte leakage และการเปลี่ยนแปลงของสีแครอต พบว่า แครอตที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนนั้นจะมีสีสว่าง (โดยวัดจากค่า L*) กว่าแครอตที่ไม่ได้ผ่านก๊าซโอโซน และความเข้มสี (โดยวัดจากค่า chroma) ก็น้อยกว่าด้วย

Pe′rez *et al.* (1999) รายงานว่าสตรอเบอรี่ (*Fragaria* x *ananassa* Duch. cv. Camarosa) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°ซ ในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซโอโซนความเข้มข้น 0.35 สตล เป็นเวลา 3 วัน แล้วย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°ซ เพื่อศึกษาดูการเน่าเสีย สี ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดและกลิ่นที่เปลี่ยนแปลง พบว่า ก๊าซโอโซน

มีผลในการป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อราในสตรอเบอรี่ หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 20°ซ และปริมาณวิตามินซีที่วิเคราะห์ได้ในสตรอเบอรี่ที่ผ่านก๊าซโอโซนมีมากกว่าสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้ผ่านก๊าซโอโซนถึง 3 เท่า แต่สตรอเบอรี่ที่ผ่านก๊าซโอโซน มีกลิ่นสตรอเบอรี่ลดลงถึง 40 เปอร์เซ็นต์

Cash *et al.* (1999) ทดลองใช้แอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious จำนวน 20 ผล โดยจุ่มลงในน้ำกลั่นที่มี pH 6.7 ที่อุณหภูมิ 25°ซ และมีความเข้มข้นของโอโซน 2.5 สตล เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำแอปเปิลมาทำซอสแอปเปิลทั้งแบบแอปเปิลมีเปลือกและปอกเปลือกออก แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°ซ เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Omite residue พบว่าโอโซนสามารถลดปริมาณ Omite residue ได้ถึง 80% ของแอปเปิลทั้งผล ส่วนซอสแอปเปิลที่ทำจากแอปเปิลปอกเปลือก ปริมาณ Omite residue ลดลงไป 98% และซอสแอปเปิลที่ทำจากแอปเปิลทั้งเปลือก สามารถลดปริมาณ Omite residue ได้ถึง 100%

Palou *et al.* (2002) รายงานว่าการใช้ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 0.3 สตล อย่างต่อเนื่อง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยและสปอร์ของ *Monilinia fruticola, Botrytis cinerea, Mucor piriformis,* หรือ *Penicillium expansum* ที่เกิดบนผิวของผลท้อพันธุ์ Elegant Lady ที่เก็บไว้นาน 4 สัปดาห์ อุณหภูมิ 5°ซ และความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเชื้อราสีเทา (gray mold) ที่เกิดกับองุ่นพันธุ์ Thompson Seedless นั้น พบว่าก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 0.3 สตล สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสีเทาได้ หลังจากเก็บรักษาไว้นาน 7 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5°ซ นอกจากนั้นก๊าซโอโซนยังไม่มีผลต่ออัตราการหายใจและการผลิตก๊าซเอทธิลีนในผลท้อพันธุ์ O' Henry และในทุกๆการทดลองก๊าซโอโซนไม่ได้ทำให้เนื้อเยื่อได้รับความเสียหายเลย

จากเหตุผลและข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของก๊าซโอโซนข้างต้น จึงน่าจะทำการศึกษาผลของก๊าซโอโซน เพื่อชะลอการเน่าเสียของผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป