

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลำไย (longan) เป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อน จัดเป็นพืชอยู่ในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Dimocarpus longan* Lour. ถือเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งของภาคเหนือตอนบน ผลผลิตลำไยสามารถส่งออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศทั้งในรูปของผลสดอบแห้ง แช่แข็ง และลำไยกระป๋อง ซึ่งนารายได้เข้าประเทศปีละหลายพันล้านบาท และมีแนวโน้มว่าจะมีมูลค่าการส่งออกเพิ่มมากขึ้นในทุกปี เพราะลำไยเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมมากในกลุ่มผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ (อนันต์, 2547 และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

พื้นที่การผลิตลำไยของประเทศไทย

พื้นที่ทำการเพาะปลูกลำไยของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี โดยแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญอยู่ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย พื้นที่ปลูกที่สำคัญที่สุดได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และเชียงราย ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุหลักของการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกเนื่องมาจากผลผลิตของลำไยเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ทั้งในรูปของผลสดและลำไยแปรรูป มีราคาที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการปลูกพืชชนิดอื่น ดังนั้นการปลูกลำไยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรในเขตภาคเหนือให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพื่อป้องกันปัญหาภาวะผลผลิตลำไยล้นตลาด หรือเกินความต้องการของผู้บริโภคและเพื่อรองรับตลาดการค้า จึงจำเป็นต้องมีการวางแผน และจัดการเขตพื้นที่ปลูกให้ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการผลิตมากที่สุด เพื่อให้ทราบถึงจำนวนพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมแท้จริงว่าอยู่บริเวณใด และทำอย่างไรให้ประสิทธิภาพการผลิตต่อหน่วยพื้นที่การปลูกลำไยเพิ่มสูงขึ้น ขณะเดียวกันต้องมีต้นทุนในการผลิตต่ำลง รวมทั้งทำการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตลำไยให้มีคุณภาพมาตรฐาน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับตลาดต่างประเทศได้ การผลิตลำไยในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นและลดต้นทุนที่ไม่จำเป็น และเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลผลิตลำไยได้อีกทางหนึ่ง (สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2542)

ลำไยเป็นพืชยืนต้น ทรงพุ่มขนาดปานกลางถึงใหญ่ ทรงพุ่มแผ่กิ่งก้านสาขาและอยู่สูงกว่าพื้นดิน ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจะมีลำต้นตรงเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 12-15

เมตร และถ้าหากเป็นต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งจะแตกกิ่งก้านสาขาใกล้ๆกับพื้น และถ้าไม่ได้
รับการตัดแต่งในขณะที่ยังเล็ก มักแตกลำต้นเทียมหลายต้น ลำต้นของลำไยไม่ค่อยเหยียดตรงมัก
เอนหรือโค้งงอ เปลือกลำต้นขรุขระมีสีเทาปนน้ำตาลแตกเป็นสะเก็ด ทำให้กิ่งหักได้ง่ายเมื่อปะทะ
กับลมอย่างรุนแรง

ใบ ลักษณะเป็นใบรวมที่ประกอบด้วยใบย่อยอยู่บนก้านใบร่วมกัน (pinnately compound leaves) มีใบที่ปลายเป็นคู่มีใบย่อย 3-5 คู่ ความยาวใบ 20-30 เซนติเมตร ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือ
เกือบตรงข้าม ความกว้างของใบย่อย 3-6 เซนติเมตร ยาว 7-5 เซนติเมตร รูปร่างใบ เป็นรูปรีหรือรูป
หอก ไม่มีขน ส่วนปลายใบและฐานใบ ค่อนข้างป้าน ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มกว่า ด้านล่างสา
เล็กน้อย ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อย และเห็นเส้นแขนง (vein) แตกออกจากเส้น
กลางใบชัดเจน และมีจำนวนมาก

ช่อดอก ส่วนมากจะเกิดจากตาที่ปลายยอด (terminal bud) บางครั้งอาจเกิดจากตาข้างของกิ่ง
มีการแตกแขนงของช่อดอกมากมายบนก้านช่อที่ยาวถึง 30 เซนติเมตร ช่อดอกขนาดกลางจะมีดอก
ย่อยประมาณ 3,000 ดอก ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอก 3 ชนิดคือ ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และ
ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกมีกลีบเลี้ยงหนาแข็งจำนวน 5 กลีบมีสีเขียวปนน้ำตาล กลีบดอกสีขาวมี
จำนวน 5 กลีบ ดอกมีสีขาวหรือขาวอมเหลืองมีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6-8 มิลลิเมตร
มีกลิ่นหอม

1. **ดอกตัวผู้** มีขนาดเล็กที่สุด คือเส้นผ่าศูนย์กลาง 10.65 ± 0.10 มิลลิเมตร มีเกสรตัวผู้ 6-8 อัน
เรียงเป็นชั้นเดียวอยู่บนจานรองดอก (disc) ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนและมีลักษณะอ้วนน้ำ ก้านชูเกสรตัวผู้มี
ขน เกสรตัวผู้มีความยาวสม่ำเสมอคือ ยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร อับเรณูมี 2 หยัก และเมื่อแตกจะ
แตกตามยาว (longitudinal dehiscence)

2. **ดอกตัวเมีย** มีขนาดใหญ่ที่สุด คือเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.11 ± 0.7 มิลลิเมตร มีรังไข่ 1 อัน
ที่มี 2 พู (bicarpellate) ตั้งอยู่ตรงกลางจานรองดอกเป็นแบบ superior ovary ด้านนอกของรังไข่มีขน
ปกคลุมอยู่ แต่ละพูจะมี 1 ช่อง (locule) เท่านั้น ที่จะเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นผล ส่วนอีกพูหนึ่ง
จะค่อยๆฝ่อ ในบางกรณีอาจพบไข่ในพูทั้งสองเจริญจนเป็นผลได้ เกสรตัวเมียอยู่ตรงกลางระหว่าง
พู ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร ตรงปลายยอดเกสร (stigma) แยกออกเป็น
2 แฉก เห็นได้ชัดเมื่อดอกบานเต็มที่ เกสรตัวผู้ประมาณ 8 อัน ก้านเกสรตัวผู้เป็นแบบ semi-sessile
filament สั้นเพียง 1 มิลลิเมตร อับเรณูของเกสรตัวผู้จะไม่มีการแตกและไม่มียอก แต่จะค่อยๆแห้ง
ตายไปหลังดอกบาน

3. ดอกสมบูรณ์เพศ จะมีขนาดรองลงมาจากดอกตัวเมีย คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 10.87 ± 0.09 มิลลิเมตร เป็นดอกที่มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน รังไข่พองเป็นกระเปาะค่อนข้างกลม ขนาดเล็กกว่ารังไข่ของดอกเพศเมีย ยอดเกสรตัวเมียจะสั้นกว่าจะตรงปลายจะแยกเพียงเล็กน้อยเมื่อดอกบาน ก้านชูอับละอองของดอกสมบูรณ์เพศจะมีความยาวไม่สม่ำเสมอกันคือมีความยาวอยู่ระหว่าง 1.5-3.0 มิลลิเมตร ดอกสมบูรณ์เพศสามารถติดผลได้เช่นเดียวกับดอกตัวเมีย

ผล เป็นผลสดแบบ berry ผลกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ผิวเปลือกเรียบหรือขรุขระมีคุ่มแบนๆปกคลุมที่ผิวเปลือกด้านนอก เปลือกสีน้ำตาลปนเหลืองหรือปนเขียว ผลสุกมีเปลือกสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง เนื้อลำไยเป็นเนื้อเยื่อพารานไคมาที่เจริญล้อมรอบเมล็ด (outer integument) และอยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ด เนื้อหนาหรือบางสีขาวใสหรือขาวขุ่น มีลักษณะคล้ายวุ้นหรือฉ่ำน้ำ มีกลิ่นหอม รสหวาน แตกต่างกันไปตามพันธุ์ แต่ละผลมีเมล็ดจำนวน 1 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลมจนถึงแบน เมื่อยังไม่แก่มีสีขาวแล้วค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีดำมัน ส่วนของเมล็ดที่ติดกับข้าวผล (placenta) เป็นเนื้อเยื่อสีขาวขุ่นบนเมล็ด ซึ่งมีลักษณะคล้ายตามังกร (dragon's eye) placenta นี้จะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ต่างกันไปตามพันธุ์ เมื่อผลแก่จัดถ้ายังไม่เก็บเกี่ยว placenta จะใหญ่ขึ้นเนื่องจาก placenta ดูดอาหารไปเลี้ยงเมล็ด ทำให้เนื้อมีรสชาติขจัดลง

พันธุ์ลำไย

พันธุ์ลำไยที่พบในปัจจุบันอาจแบ่งได้ 2 ประเภท ตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะของผล เนื้อ และรสชาติ (อนันต์, 2547) คือ

1. ลำไยเครือหรือลำไยเถา ลำไยชนิดนี้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria scandens* Winit Kerr. หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า *Dimocarpus longan var. obtusus* มีผู้สันนิษฐานว่ามีถิ่นเดิมอยู่ตามป่าบนภูเขาบรรทัด จังหวัดสุรินทร์ พบมากที่จังหวัดชลบุรี มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น ใบมีขนาดเล็กและสั้น ชาวบ้านมักจะเก็บผลมารับประทานและบางส่วนก็นำมาปลูกตามบ้าน จะเริ่มให้ผลเมื่ออายุประมาณ 3 ปี ผลมีขนาดเล็ก ผิวผลมีสีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดโต เนื้อผลบาง มีกลิ่นคล้ายกำมะถัน นิยมปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่า ที่จะใช้เพื่อรับประทานผล

แต่อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2542 ได้มีการประชาสัมพันธ์ลำไยชนิดนี้เป็นลำไยพันธุ์ใหม่ มีผลโตเท่าลูกปิงปอง จึงเรียกพันธุ์นี้ว่าพันธุ์ปิงปอง แต่จากการได้ไปศึกษาลำไยพันธุ์นี้ที่จังหวัดสมุทรสาครแล้วปรากฏว่าเป็นลำไยเถา ถึงแม้ผลโตก็จริงแต่รสชาติไม่ดีเท่าที่ควร และน้ำแต่ละช่อมีผลน้อยเพราะข้อกระดูกข้อห่าง

2. ลำไยต้น สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

2.1. ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดูก เป็นพันธุ์ที่ให้ผลดก ออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม และเก็บผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร สูง 1.7 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวผลมีสีน้ำตาล เปลือกหนา เนื้อบางสีขาวใส ปริมาณน้ำตาล 19 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดโต เปลือกลำต้นขรุขระมาก มีสีน้ำตาลแดง ต้นตั้งตรงสูงประมาณ 20-30 เมตร ทรงพุ่มใหญ่และแผ่กว้าง ใบมีขนาดเล็กและแคบกว่าลำไยกะโหลก มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเป็นการค้าเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก ปัจจุบันนิยมใช้ทำเป็นต้นตอในการขยายพันธุ์

2.2. ลำไยกะโหลก เป็นลำไยที่นิยมปลูกและบริโภคกันมาก เพราะผลมีขนาดใหญ่ เนื้อหนา และมีรสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 16-24 เปอร์เซ็นต์ ลำไยกะโหลกมีอยู่หลายพันธุ์ด้วยกันซึ่งแต่ละพันธุ์จะมีคุณลักษณะพิเศษต่างกัน พันธุ์ลำไยกะโหลกที่ปลูกในประเทศไทยได้แก่ พันธุ์คอหรืออิดอ ชมพู หัวหรือ อีหัว เบี้ยวเขียว พันธุ์ดำ และพันธุ์แดง ฯลฯ

พันธุ์คอหรืออิดอ คำว่า คอ เป็นภาษาทางภาคเหนือแปลว่า เบา หรือ ก่อน เป็นพันธุ์ลำไยเบา ออกดอกและเก็บผลได้ก่อนพันธุ์อื่นคือออกดอกเดือนธันวาคม แต่เก็บผลได้ประมาณปลายเดือนมิถุนายนหรือกรกฎาคม เนื่องจากมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ออกผลทุกปี เป็นพันธุ์ที่ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด เพราะเก็บผลได้ก่อน ทำให้ขายได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศนิยม สามารถจำหน่ายทั้งผลสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะในดินที่อุดมสมบูรณ์และมีน้ำพอเพียง ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง

ทรงพุ่มค่อนข้างใหญ่และมีรัศมีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว ใบเป็นใบรวม ใบย่อยเรียงสลับกัน ออกดอกเป็นช่อยาวประมาณ 15-30 เซนติเมตร ก้านช่ออวบแข็ง ดอกจริงมีสีขาวหรือสีขาวออกเหลืองขนาดประมาณ 6-8 มิลลิเมตร ออกดอกติดผลง่ายแต่อาจไม่คงที่ ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.4 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร ทรงผลกลมแป้น เบี้ยวเล็กน้อยยกบ่าข้างเดียว เปลือกมีสีเขียวปนน้ำตาล ผิวผลมีลักษณะเป็นกระหรือตาห่างๆ กระสีน้ำตาลเข้ม เนื้อผลหนา สีขาว ชุ่ม ค่อนข้างเหนียว ไม่กรอบ มีกลิ่นหอมเล็กน้อย รสหวาน ปริมาณน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดโต ปานกลาง กลมแป้นเล็กน้อย สีดำเป็นมัน จุกไม่ใหญ่นัก แต่ถ้าเก็บเกี่ยวช้าหรือแก่จัดจุกจะขยายใหญ่แข็ง หรือที่เรียกว่าขึ้นหัว และจะมีกลิ่นคาว ลำไยพันธุ์คอแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิดคือ

1) อีตอยอดแดง เจริญเติบโตได้เร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีตอยอดเขียว ลำต้นแข็งแรงไม่หักง่าย เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลปนแดง ใบอ่อนมีสีแดงเมื่อแก่มีสีเขียวเข้ม ปลายใบค่อนข้างแหลม ขอบใบเป็นคลื่นและห่อลงเล็กน้อย ปัจจุบันอีตอยอดแดงไม่ค่อยนิยมปลูกเนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดีและเมื่อผลเริ่มสุกก้านเก็บผลไม่ทันผลจะร่วงเสียหายมาก

2) อีตอยอดเขียว ลักษณะคล้ายกับอีตอยอดแดง แต่ใบอ่อนมีสีเขียว ใบมีขนาดเล็กกว่าอีตอยอดแดงเล็กน้อย ปลายใบค่อนข้างแหลม ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ออกดอกติดผลง่าย

นอกจากนี้ลำไยพันธุ์ดอยยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้ 2 ชนิด คือ อีตอก้านอ่อน เปลือกของผลจะบางและอีตอก้านแข็ง เปลือกผลจะหนา

พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู ชาวสวนภาคเหนือเรียกว่า ลำไยอ่อนหรือพันธุ์อ่อน เป็นลำไยพันธุ์กลางคือ ออกดอกประมาณเดือนธันวาคม และผลแก่เก็บได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม นับจากดอกบานถึงเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 144-156 วัน เป็นพันธุ์ที่มีรสชาติดี นิยมรับประทานในประเทศ การเกิดดอกติดผลง่ายปานกลาง การติดผลไม่สม่ำเสมอ ช่อผลยาว ช่อผลมีความหนาปานกลางจนถึงมีความหนาแน่นมาก ขนาดของช่อผลจะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่การติดผล ผลมีขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.9 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร และสูง 2.7 เซนติเมตร หนักประมาณ 890 กรัม/100 ผล ทรงผลค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย เปลือกหนาแข็งเปรี้ยว แต่ถ้าช่อใดผลตกมากผิวจะบางลง ผิวผลเรียบสีน้ำตาลอมแดง มีรอยกระสีคล้ำตลอดผลถ้าแก่จัดจะมีสีคล้ำมากขึ้น เนื้อหนาปานกลาง นุ่มไม่ละ กรอบ ล่อน มีกลิ่นหอม เนื้อมีสีชมพูเรื่อๆ และถ้ายังแก่จัดจะมีสีเข้มมากขึ้น น้ำน้อยไม่ฉ่ำ รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 21-22 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมีสีน้ำตาลแก่จนถึงดำเข้ม ขนาดค่อนข้างเล็กกลม น้ำหนัก 160 กรัม/100 เมล็ด เบี้ยวแบนเล็กน้อย ผิวเรียบเป็นมัน จุกที่ขั้วเมล็ดมีขนาดเล็ก แม้จะแก่จัดก็ไม่ขึ้นหัว พันธุ์นี้มีจุดด้อยที่ค่อนข้างอ่อนไหวต่อความแห้งแล้ง

ทรงพุ่มเป็นรูปทรงกลมแบน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การตัดแต่งกิ่งด้วย พุ่มต้นสูงโปร่ง เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาล ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง แตกกิ่งก้านสาขาดี กิ่งเปราะง่าย การเจริญเติบโตดี ใบเป็นใบรวม มีใบย่อย 4-5 คู่ และใบย่อยบริเวณ โคนใบรวมจะทำมุมเกือบตั้งฉากกับก้านใบ ใบมีลักษณะแคบและค่อนข้างยาว ปลายใบแหลมและเรียบ

พันธุ์ห้าวหรืออีห้าว เป็นลำไยพันธุ์หนัก ออกดอกประมาณเดือนมกราคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ ผลแก่เก็บได้ประมาณเดือนสิงหาคม การออกดอกติดผลค่อนข้างยาก อาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้น มีผลหนาแน่นปานกลาง แต่ผลไม่รวมกันเป็นกระจุกจะเฉลี่ยไปทั่วก้านผล ขนาดของผล

ในช่อมักไม่สม่ำเสมอ มีผลขนาดใหญ่หรือปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร สูง 2.6 เซนติเมตร น้ำหนัก 995 กรัม/ 100 ผล ทรงผลกลมและแป้น ฐานผลบวม ผิวมีสีน้ำตาล มีกระตักล้าตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนาและแน่น แห้งกรอบ ถ้าเก็บซักระยะจะจืด ก้านช่อแข็งทำให้บรรจุนาน เมล็ดกลมค่อนข้างเล็ก สีน้ำตาลแก่ ผิวเรียบ จุกที่ขั้วเล็กแต่ถ้าแก่จัดจุกจะใหญ่และแข็ง พันธุ์เหี่ยวอดแดงจะออกดอกง่ายกว่าพันธุ์เหี่ยวอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างนุ่มน้อยกว่า จึงนิยมปลูกเหี่ยวอดแดงมากกว่าเหี่ยวอดเขียว

ต้นเป็นพุ่มกว้างมน ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะง่าย เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลปนแดง เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์เหี่ยวแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ เหี่ยวอดแดงและเหี่ยวอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด เหี่ยวอดแดงมีใบอ่อนหรือยอดสีแดง เหี่ยวอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว ผิวใบด้านบนมีสีเขียวเข้มเป็นมันเล็กน้อย ผิวใบด้านล่างจะมีสีจางกว่า และไม่มีขนขึ้นตามผิวใบ

พันธุ์เหี่ยวเขียวหรืออเขียวเขียว เป็นลำไยพันธุ์หนึ่งที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่นๆ ออกดอกปลายเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ผลแก่เก็บได้ช่วงปลายเดือนสิงหาคมถึงต้นเดือนกันยายน การเจริญเติบโตดีมาก ทรงพุ่มค่อนข้างกลม ทนแล้งและทนน้ำได้ดี แต่มักอ่อนต่อโรคพุ่มไม้กวาด ออกดอกติดผลยาวมากมักเว้นปี ติดผลในช่อค่อนข้างห่างกัน สีของผลเมื่อมีขนาดเล็กมีสีเขียว ผลแก่จะมีสีเขียวอมน้ำตาล ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่ อาจกล่าวได้ว่าผลโตกว่าทุกๆ พันธุ์ ลักษณะผลกลมแบนและแป้นมากเห็นได้ชัด ขนาดเฉลี่ยกว้าง 3 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร และสูง 2.8 เซนติเมตร ผิวผลเรียบ เปลือกหนาและค่อนข้างเหนียว เมื่อบีบจะรู้สึกแน่นมือ เนื้อหนาสีเขียวครีมหรือเหลืองอ่อน แห้งกรอบล่อนง่าย เนื้อไม่เกาะตัวเป็นชั้นเดียวกัน มีน้ำน้อย รสหวานแหลม กลิ่นหอม น้ำตาลประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดสีน้ำตาลแดง มีขนาดค่อนข้างเล็ก รูปร่างเหี่ยวแบนเล็กน้อย จุกที่ขั้วเล็ก จุดเด่นของพันธุ์นี้คือเปลือกหนาทำให้ทนทานต่อการขนส่ง

พันธุ์เหี่ยวเขียวแบ่งได้ 2 ชนิด คือ เหี่ยวเขียวก้านแข็งหรือเหี่ยวเขียวป่าเส้า และเหี่ยวเขียวก้านอ่อนหรือเหี่ยวเขียวเขียงใหม่

1) เหี่ยวก้านแข็ง ให้ผลดก ออกผลไม่สม่ำเสมอ แต่ขนาดผลใหญ่มาก ก้านช่อสั้น เนื้อกรอบ เมล็ดโต เปลือกหนาล้ำยพันธุ์เหี่ยวมาก อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ไม่ค่อยนิยมปลูกกันมากนัก

2) เหี่ยวเขียวก้านอ่อน มีคุณภาพในด้านการบริโภคที่ดี เนื้อกรอบมาก มีรสหวานจัด ผลโตสม่ำเสมอ เปลือกหนาสามารถเก็บไว้ได้นาน ช่อผลยาวให้ผลดกมาและเป็นพวงใหญ่ ออกผลต่ำกว่าลำไยพันธุ์อื่น ทำให้ขายได้ราคาดี ก้านช่ออ่อนทำให้บรรจุนานได้สะดวก

พันธุ์ใบดำหรือกะโหลกใบดำหรือสีดำ เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเด่นของลำไยพันธุ์นี้คือ ออกดอกติดผลสม่ำเสมอเกือบทุกปี การเจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งและน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ขณะที่ผลโตเต็มที่ผลจะมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้เพราะความดกมาก เมื่อผลแก่จัดมักมีเชื้อราติดที่เปลือก ปัจจุบันความนิยมพันธุ์นี้ลดลง อาจเนื่องจากคุณภาพไม่ค่อยดีจึงจำหน่ายได้ราคาต่ำ แต่อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่น่าสนใจสำหรับปรับปรุงพันธุ์เนื่องจากออกดอกติดผลดีและให้ผลสม่ำเสมอเกือบทุกปี ออกดอกเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม ผลแก่เก็บได้ประมาณ กลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ติดผลดีและดกมาก แต่ผลจะมีขนาดเล็ก ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร และสูง 2.3 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลมแบนและเบี้ยว เล็กน้อย ผิวมีสีน้ำตาลคล้ำ ผิวขรุขระ เปลือกหนาและเหนียวทนทานต่อการขนส่ง เนื้อหนาปาน กลาง เนื้อสีขาวครีม กรอบล่อน กลิ่นหอม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมี ขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างยาวและแบน สีน้ำตาลดำเป็นมัน ลักษณะใบมีสีคล้ำกว่าพันธุ์อื่นๆ มีขนาด เล็กมาก จนอาจกล่าวได้ว่าเป็นพันธุ์ที่มีใบเล็กที่สุด และแผ่นใบเรียบบาง

พันธุ์แดงหรืออีแดงกลม เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเฉพาะของลำไยพันธุ์นี้คือผลกลม เนื้อมี กลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพของผลไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตปานกลาง ไม่ทนแล้งและไม่ ทนน้ำขังจึงล้มได้ง่าย มักยืนต้นตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขังหรือปีที่ติดผลดก ลักษณะประจำพันธุ์อีก อย่างหนึ่งของพันธุ์นี้คือ เมื่ออยู่ในระยะออกดอกใบที่อยู่บริเวณใกล้กับช่อดอกมักจะเหลืองหรือร่วง หล่น พันธุ์แดงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ แดงเปลือกหนา และแดงเปลือกบาง แดงเปลือกหนาจะมีผล ขนาดใหญ่กว่า เปลือกหนากว่า และเนื้อหนากว่าแดงเปลือกบาง ส่วนลักษณะอื่นๆ คล้ายคลึงกัน

ต้นมีทรงพุ่มกว้างพอสมควร ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะหักง่าย ออกดอกติดผลง่ายและ ก่อนข้างคงที่ เก็บผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม ผลมีขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดเฉลี่ยกว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร ขนาดผลค่อนข้างกลม ผิว เรียบ ผิวผลมีสีน้ำตาลอมแดง เปลือกบาง เนื้อหนาปานกลาง เนื้อมีสีขาวครีมและเหนียว มีน้ำมากจึง มักจะ รสหวานไม่แหลม ปริมาณน้ำตาลประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดค่อนข้างใหญ่ รูปร่างป้อม ผิวเมล็ดมีสีน้ำตาลเข้มเป็นมัน จุกใหญ่มาก

พันธุ์เพชรสาร เป็นลำไยทะวายคือสามารถออกดอกติดผลได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี เป็นพันธุ์ ที่ออกดอกได้โดยไม่ต้องอาศัยช่วงของความหนาวเย็นจึงสามารถปลูกได้ทั่วประเทศไม่เฉพาะใน ภาคเหนือ จึงสามารถออกดอกติดผลนอกฤดูได้ทั้งในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 2 ปี 6 เดือน

ลักษณะของลำไยพันธุ์นี้มีใบขนาดเล็ก เรียวแหลม ออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่น คือรุ่นแรกออกดอกประมาณเดือนธันวาคม-มกราคม เก็บผลได้ประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน รุ่นที่สองออกดอกประมาณเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม เก็บผลได้ประมาณเดือนธันวาคม-มกราคม ผลมีลักษณะกลม ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร ผลมีขนาดเล็ก น้ำหนักเพียง 11 กรัม/ผล ผลมีคุณภาพสุกพันธุ์คือ เบี้ยวเขียวและชมพูไม่ได้ เนื้อไม่หนา ค่อนข้างแฉะ กลิ่นแรง ความหวานอยู่ในเกณฑ์ดี ปริมาณน้ำตาลประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกว้าง 1.3 เซนติเมตร หนา 1.1 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร

พันธุ์เหลืองหรืออีเหลือง ต้นมีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มใบด้านล่างมีสีเขียวอ่อนกว่า เป็นพันธุ์ที่ติดผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมากๆ ผลเกิดแน่นเป็นช่อกระจุก ผลค่อนข้างกลม ขนาดผลกว้าง 2.4 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร สูง 2.3 เซนติเมตร เปลือกผลมีสีน้ำตาลอมเหลือง เนื้อมีสีขาวนวลหนาปานกลาง มีลักษณะน้ำน้ำ รสหวานไม่จัด ปริมาณน้ำตาลประมาณ 20-21 เปอร์เซ็นต์เมล็ดมีรูปร่างกลม มีสีน้ำตาลอมแดง จุกมีลักษณะเป็นวงกลม สีขาวขนาดใหญ่

แม้ว่าพันธุ์ลำไยที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ก็ตาม แต่พันธุ์ลำไยที่นิยมปลูกและมีความสำคัญในเชิงการค้าในปัจจุบันคือ พันธุ์ดอ หรืออีดอ ซึ่งผลผลิตลำไยส่วนใหญ่จะมาจากพันธุ์ดอ เหตุที่พันธุ์ดอได้รับความนิยมเนื่องจาก การดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อโรค ให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ผลผลิตที่ได้รับมีคุณภาพดีกล่าวคือ เนื้อหนาและกรอบ มีรสหวาน กลิ่นหอม เมล็ดเล็ก จึงเป็นที่ต้องการของตลาด โดยเฉพาะตลาดในต่างประเทศและโรงงานลำไยกระป๋อง ซึ่งในขณะนี้ลำไยของไทยจัดได้ว่าเป็นพันธุ์ที่ดีที่สุดในโลก

คุณค่าทางอาหารของลำไย

ลำไยจัดว่าเป็นผลไม้ที่มีรสหวาน เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลสูง จึงถือได้ว่าเป็นผลไม้ อีกชนิดหนึ่งที่ให้พลังงานสูงแก่ผู้บริโภค ซึ่งการบริโภคลำไยสดในกลุ่มพันธุ์กะโหลก 1 หน่วยบริโภค (100 กรัม) มีคุณค่าทางโภชนาการ ดังตาราง 1

ตาราง 1 คุณค่าทางอาหารต่อการบริโภค 1 หน่วย (100 กรัม) ของลำไยสดในกลุ่มพันธุ์กะโหลก

ชนิด	ปริมาณ
น้ำ	79.80 กรัม
ใยอาหาร - ที่ไม่ละลายน้ำ	0.50 กรัม
- ที่ละลายน้ำ	0.20 กรัม
น้ำตาล - ซูโครส	28 กรัม
- ฟรักโทส	2.80 กรัม
- กลูโคส	1.60 กรัม
วิตามินซี	24 กรัม
แร่ธาตุ - โพแทสเซียม	105 กรัม
- โซเดียม	11 กรัม
- แมกนีเซียม	8 กรัม
- แคลเซียม	7 กรัม
- เหล็ก	0.20 กรัม
- ทองแดง	0.14 มิลลิกรัม
- สังกะสี	0.10 มิลลิกรัม
สารต้านอนุมูลอิสระ - โพลีฟีนอล	100 มิลลิกรัม
- แทนนิน	5.50 มิลลิกรัม
- คาเทชิน	0.20 มิลลิกรัม
- ฟิเทต	0.10 มิลลิกรัม

ที่มา : คัดแปลงจาก ริญ และรัชณี (2551)

ดัชนีการเก็บเกี่ยว

ลำไยในฤดูกาลปกติจะใช้เวลาตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งผลแก่ประมาณ 6 เดือน ซึ่งดัชนีหรือตัวบ่งชี้สำหรับการนำมาใช้เก็บเกี่ยวผลลำไยนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่นิยมนำมาใช้ปฏิบัติทั่วไปและเชิงการค้า นั้น ได้แก่

1. การนับระยะเวลา

การนับเวลาเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่นิยมนำมาใช้ปฏิบัติมากที่สุด เนื่องจากทำได้ง่ายและไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์มากนัก แต่ต้องทำการบันทึกหรือจดป้ายแสดงข้อมูล วัน เดือน ปี ที่จะใช้นับระยะเวลาเท่านั้น แต่การนับระยะเวลามักมีข้อเสียคือ ความไม่แน่นอน เนื่องจาก มีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ไม่คงที่เพราะถ้าอากาศเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ มักจะทำให้ผลลำไยแก่ช้ากว่าสภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อนหรืออุณหภูมิสูง (จักรพงษ์, 2555)

การนับระยะเวลาดังแต่ดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยวของผลลำไยแต่ละพันธุ์ในฤดูใช้เวลาตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งผลแก่ประมาณ 18-24 สัปดาห์ หรือประมาณ 126-168 วัน ขณะที่ลำไยนอกฤดูอาจใช้เวลานานกว่าโดยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมระหว่างการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผล เช่น ถ้าใส่สารโพแทสเซียมคลอไรด์ เดือนสิงหาคม ผลลำไยมักจะแก่ช้ากว่าผลลำไยในฤดูเนื่องจากระหว่างการเจริญและการพัฒนาของผลนั้นต้องผ่านช่วงที่มีอากาศเย็นในฤดูหนาว

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ใช้วิธีการสังเกตหรือประเมินด้วยสายตา (visual evaluation) ซึ่งพิจารณาจาก ขนาดและลักษณะผิวของผลลำไย เช่น ผิวเปลือกด้านนอกเรียบ เปลือกด้านในเป็นร่างแห เนื้อผลต้องมีสีใสและมองเห็นเมล็ดของผลลำไยได้ ถ้าผลลำไยแก่เกินไป เนื้อผลจะแห้ง และมีสีขาวขุ่น

3. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่นิยมนำมาใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวคือ การวัดหรือตรวจสอบปริมาณน้ำตาลในผลลำไย ลำไยเป็นผลไม้ที่มีการสะสมอาหารในรูปแบบของน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ เมื่อผลิตผลมีความแก่มากขึ้นย่อมมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้หรือดัชนีการเก็บเกี่ยวผลลำไยได้ และวิธีปฏิบัติเชิงการค้าส่วนใหญ่จึงเป็นการทดสอบรสชาติด้วยการชิม ซึ่งผลลำไยแก่ที่พร้อมจะเก็บเกี่ยวได้ต้องมีรสชาติหวานหรือถ้าต้องการให้เกิดความน่าเชื่อถือมากขึ้น มักใช้การตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า hand refractometer ซึ่งผลลำไยที่แก่พร้อมจะเก็บเกี่ยวได้นั้น ต้องมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 16 องศาบริกซ์ (พาวัน และคณะ, 2549)

การเก็บเกี่ยว

ลำไยจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่อปลูกได้ประมาณ 3 ปี ต้นที่อายุ 4-5 ปี ขนาดทรงพุ่มกว้างประมาณ 3-3.5 เมตร ที่ติดผลดกจะให้ผลผลิต 20-30 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนต้นที่มีอายุมากที่มีทรงพุ่มกว้าง

มากกว่า 10 เมตร อาจให้ผลผลิต 400-600 กิโลกรัมต่อต้น แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตของลำไยจะมากน้อยแตกต่างกันตามพันธุ์ อายุต้นและการปฏิบัติดูแลรักษา โดยทั่วไปลำไยที่ปลูกทางภาคเหนือจะออกดอกประมาณปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ และเก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน โดยผลผลิตจะออกสู่ตลาดมากที่สุดประมาณเดือนสิงหาคม (พาวัน, 2543) ซึ่งการเก็บเกี่ยวที่ดีจะต้องมีดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และมีวิธีการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องจึงจะทำให้ได้ลำไยที่มีคุณภาพดี (ธีรนุช, 2543)

การเก็บผลลำไยมักเริ่มเก็บตั้งแต่ตอนเช้าถึงบ่าย และเนื่องจากลำไยเป็นพืชที่มีลำต้นสูง ดังนั้น ในการเก็บเกี่ยวจึงนิยมใช้บันไดหรือพะองพาดแล้วปีนขึ้นไปพร้อมเชือก สำหรับการเก็บผลลำไยนั้นนิยมเก็บทั้งช่อ มีทั้งใบและกิ่งติด โดยอาจจะใช้วิธีหักด้วยมือ หรือใช้กรรไกรตัดช่อลำไยวางลงในช่องแล้วหย่อนลงมาให้ผู้ที่อยู่ข้างล่างรับไว้ ซึ่งคนข้างล่างจะคัดขนาดผลที่เล็กและลิบออกแล้วบรรจุลงในตระกร้าหรือถังที่รองกันช้ำด้วยใบลำไย การบรรจุใหม่นี้จะวางเวียนเอาปลายช่อลงและวางซ้อนกันขึ้นมา เมื่อเต็มถังจึงใช้ใบลำไยปิดหน้า เอาฝาปิดแล้วมัดด้วยไม้ 2 อัน ช่องที่ใช้มีขนาดกว้าง 35 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร บรรจุได้ประมาณ 21-22 กิโลกรัม การเก็บเกี่ยวควรใช้กรรไกรที่คมและสะอาดและระวังไม่ให้ผลเป็นแผล หลังเก็บเกี่ยวนำเข้าที่ร่มหรือโรงบรรจุหีบห่อ คัดเลือกผลเล็กหรือผลเป็นโรค ตัดแต่งให้มีขนาดพอเหมาะหรือตัดเป็นผลเดี่ยว ๆ เหลือส่วนก้านไว้ 1-2 มิลลิเมตร และการเก็บเกี่ยวลำไยจะเก็บเกี่ยวครั้งเดียวให้หมดทั้งต้นหรือไม่เกิน 2 ครั้ง (ดาวเรือง, 2530)

โรคก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยที่สำคัญ

โรคก่อนการเก็บเกี่ยวที่พบในลำไยทุกพันธุ์ คือ โรคพุ่มไม้กวาด หรืออาการพุ่มแจ้ ที่มีสาเหตุจากไรศูดกินทำให้ยอดอ่อนแสดงอาการแตกกระจุกเป็นพุ่ม ในระยะเวลาการออกดอก ทำให้ก้านช่อดอกสั้น แดกเป็นพุ่ม มองเห็นอาการแตกต่างอย่างชัดเจนจากช่อดอกปกติ เมื่อนำยอดอ่อนที่ถูกไรศูดกินไปตรวจดูพบเชื้อไรไฟโตพลาสมาอยู่ภายในเซลล์ของต้นกล้า ดังนั้นอาการ ม้วนหงิกอาจเกิดจากสารพิษที่ไรปล่อยออกมาขณะดูดกินหรือเกิดจากสารพิษของไรร่วมกับ เชื้อไรไฟโตพลาสมาที่ตรวจพบดังกล่าว ส่วนโรคที่พบเป็นประจำแต่ไม่ทำความเสียหายรุนแรงมากนักได้แก่ โรคใบจุดดำ และโรคก่อนการเก็บเกี่ยวที่พบระบาดเป็นครั้งคราวได้แก่ โรคยอดไหม้ใบไหม้ และโรคยอดไหม้ผลร่วง มีลักษณะอาการที่คล้ายกันคือ ก้านช่อดอกไหม้ร่วง ช่อใบอ่อนไหม้ และผลที่เก็บเกี่ยวนอกฤดูแตก และร่วงหล่นเสียหายเป็นจำนวนมาก

โรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของลำไย คือ โรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อราและยีสต์ในอากาศเข้าทำลายที่ขั้ว หรือบริเวณแผลของผลที่อาจเกิดจากการเก็บเกี่ยว

หรือการขนส่ง ทำให้เนื้อผลภายในเน่าเสียและน้ำมีสีขาวขุ่นคล้ายฝ้าย ผิวของผล จะขึ้นและมีสีน้ำตาลคล้ำเหมือนเปียกน้ำ บางครั้งส่วนของผิวเปลือกอาจยังไม่แสดง แต่ภายในผลกลับเน่าเสีย อาจมีของเหลวสีขาวขุ่นคล้ายฝ้ายไหลออกมา มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว หากเก็บผลไว้ในที่ร้อนและอับชื้น เชื้อราลูกกลมแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็ว (จริยา และคณะ, 2545)

สาเหตุที่ก่อให้เกิดการเน่าของผลลำไย

ชิง ชิง (2520) สรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลลำไย ดังนี้

1. เชื้อจุลินทรีย์

เนื่องจากเนื้อผลลำไยมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูง เชื้อจุลินทรีย์จึงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ผลจากการแยกเชื้อจุลินทรีย์จากผลลำไยที่เน่าพบว่าจุลินทรีย์ส่วนใหญ่คือ ยีสต์และแบคทีเรีย แต่เมื่อเก็บรักษาผลลำไยที่เน่าไว้ระยะเวลา 10 วัน แล้วทำการแยกเชื้อพบว่าเชื้อที่พบส่วนใหญ่เป็นเชื้อรา ได้แก่ *Lasiodiplodia* sp., *Pestalotiopsis* sp., พบรองลงมาได้แก่ *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. นอกจากนี้ยังพบ *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Lasiodiplodia* sp., *Cephalosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Paecilomyces* sp., *Phomopsis* sp., *Rhizopus* sp., *Rhizoctonia* sp. และ Yeasts (จริยา , 2543)

2. อายุระหว่างการเก็บรักษา

อายุของผลลำไยระหว่างการเก็บรักษามักจะสั้นกว่าผลไม้ชนิดอื่น จากการศึกษาพบว่าอายุการเก็บรักษาผลลำไยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ กล่าวคือที่อุณหภูมิห้องลำไย 2 ใน 3 ส่วนที่เก็บไว้จะเน่าเสียภายใน 4 วันและผลลำไยทั้งหมดจะเน่าถ้าเก็บรักษาไว้นานเกิน 1 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสจะยืดเวลาการเน่าเสียได้อีก 2 วัน ลำไยประมาณ 20% จะเน่าเสียเมื่อเก็บรักษาไว้ 1 สัปดาห์และลำไยทั้งหมดที่เก็บรักษาจะเน่าภายหลังเก็บไว้นานเกินกว่า 2 สัปดาห์

3. บาดแผลและความบอบช้ำในระหว่างเก็บรักษา

บาดแผลและรอยช้ำที่เกิดกับผลลำไยมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเน่าของผลลำไยสูง จากการทดลองใช้เข็มหมุดแทงทะลุเปลือกถึงเนื้อผล ผลละ 3 แห่งพบว่าประมาณ 75 % ของผลที่มีบาดแผลจะเน่าเสียภายใน 4 วันเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่ผลที่ไม่ได้ทำแผลเสียหายเพียง 30 % และความบอบช้ำระหว่างการขนส่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการเน่าเสีย จากการทดลอง

พบว่าผลลำไยที่ใช้มือกดสร้างความบอบช้ำเน่าเสียหาย 70 % เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 11.5 °ซ เป็นเวลา 11 วัน ในขณะที่ผลที่ไม่บอบช้ำเน่าเสียเพียง 37 %

4. การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกเป็นสีน้ำตาล

ผลลำไยมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วหลังจากทำการเก็บเกี่ยวได้ไม่กี่วัน การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือกเกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียสี และ/หรือ ความเครียด เนื่องจากการได้รับความร้อน การเสื่อมสภาพ การเกิดอาการสะท้อนขาวและการทำลายโดยโรคและแมลง (Jiang *et al.*, 2002 and Underhill, 1992) ซึ่ง Qu *et al.*, 2001 อ้างโดย Jiang *et al.* (2002) รายงานว่า cuticle ที่ปกคลุมส่วนของ pericarp อยู่มีความหนาน้อยมาก เนื้อเยื่อของเปลือกผลลำไยประกอบด้วยชั้นของ cork ที่ไม่มีการพัฒนา stone cell และ parenchyma cell ที่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ ในสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่ามีการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์อย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้เซลล์สูญเสียความสามารถในการป้องกันเอนไซม์ เช่น PPO ไม่ให้ไปเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยสด

ผลลำไยเป็นผลไม้ชนิด non-climacteric fruit ไม่สามารถสุกต่อไปได้หลังการเก็บเกี่ยว จึงต้องเก็บเกี่ยวผลลำไยในระยะที่เหมาะสมต่อการบริโภคมากที่สุด การพิจารณาระยะหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอาจดูจากสีเปลือก ขนาดผล และการวัดประมาณน้ำตาล หรือการชิมรสชาติ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ควรอยู่ในช่วง 15.5-16.0 เปอร์เซนต์ ผลไม้บางชนิดอาจใช้อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (SSC: TA ratio) เป็นตัวบ่งชี้ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

อัตราการหายใจของผลลำไยจะลดลงในช่วงวันแรกภายหลังการเก็บเกี่ยวและเพิ่มสูงขึ้นในภายหลัง การที่อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นเชื่อว่าเกี่ยวข้องกับการเริ่มเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ การเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะทำให้มีอัตราการหายใจลดลงอย่างช้าๆ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นได้ ผลลำไยปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาน้อยกว่า 2.3 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่ถ้ามีเชื้อราเข้าทำลายจะปล่อยเอทิลีนออกมามากขึ้นถึง 28.3 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง การปล่อยเอทิลีนเพิ่มมากขึ้นยังเกิดขึ้นได้เมื่อผลลำไยมีเปลือกแห้ง เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 26-32 องศาเซลเซียส หากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส ผลลำไยปล่อยเอทิลีนออกมาด้วยอัตราคงที่ในช่วง 30 วัน และหลังจากนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลลำไยเริ่มเน่าเสีย ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการสุก และจะค่อยๆ ลดลงภายหลังการเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำตาลที่พบมาก คือ น้ำตาลซูโครส ฟรักโทส และกลูโคส ปริมาณน้ำตาลจะผันแปรขึ้นอยู่กับกิจกรรมของเอนไซม์อินเวอร์เตส (invertase) ระยะเวลาแก่ และสายพันธุ์ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ จะลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น (จักรพงษ์, 2555)

ปัญหาของผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยว คือ สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 วัน ถึงแม้จะไม่มีผลต่อรสชาติ แต่ทำให้ผลลำไยมีราคาต่ำลง การที่เปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอาจเนื่องจากการสูญเสียน้ำ ได้รับความร้อน (heat stress) เสื่อมสภาพ (senescence) เกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) หรือถูกโรคหรือแมลงเข้าทำลาย การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นที่เซลล์ชั้นมีโซคาร์พ (mesocarp cell) ตามด้วยชั้นเอนโดคาร์พ (endocarp) หลังจากนั้นจะกระจายไปทั่วผิวเปลือก (pericarp surface) โดยเฉพาะที่ชั้นอีพิการ์พ (epicarp) และชั้นนอกของมีโซคาร์พ นอกจากนี้ยังเชื่อว่าการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง เช่น การออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลที่เร่งด้วยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส เอนไซม์นี้จะถูกกระตุ้นด้วยการสูญเสียน้ำ หากลดการสูญเสียน้ำที่เปลือกจะช่วยทำให้ผลลำไยเปลี่ยนสีน้ำตาลช้าลงได้

การใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จะช่วยยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ และทำให้เปลือกผลลำไยมีสีจางลง การรมผลลำไยด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์นาน 20 นาที สามารถเก็บรักษาผลลำไยได้นานถึง 45 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเปลือกผลลำไยจะไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล อย่างไรก็ตาม บทบาทของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลำไยยังไม่มีข้อมูลเพียงพอ ต้องมีการศึกษาในระดับชีวเคมีต่อไป ระหว่างการแก่ของลำไยกิจกรรมของเอนไซม์ เพกทินเมทิลเอสเทอเรส (pectin methyl-esterase) และโพลีกาแลคทูโรเนส (polygalacturonase) เพิ่มขึ้น และการแตกของเปลือกลำไยจะเกิดภายหลังการเก็บรักษานาน 8 และ 35 วัน ที่อุณหภูมิ 28 และ 3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเปลือกมีลักษณะฉ่ำน้ำแต่ไม่ปรากฏว่ามีผลเสียต่อเนื่องจากอาการสะท้านหนาว และผลลำไยยังคงมีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดีเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปลือกผลลำไยอาจแตกได้ในกรณีที่พื้นผิวเปลือกบาง สาเหตุเนื่องจากฝนตกหนัก หรือได้รับน้ำมากเกินไปโดยเฉพาะเมื่อผลลำไยกำลังสุก ทำให้เนื้อขยายตัวดีกว่าเปลือกจึงทำให้เปลือกแตกง่าย

ถึงแม้ว่าผลลำไยที่อุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าผลไม้ชนิดอื่น และอาการสะท้านหนาวของผลลำไยยังอาจพบได้บ้างแต่ไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นผลของการเก็บรักษาไว้ในที่เย็นเกินไป หรือเพราะผิวแห้ง หรือเพราะผลเสื่อมสภาพ อย่างไรก็ตาม ผลลำไยสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2-5 องศา

เซลเซียส ได้นาน 30 วัน โดยไม่แสดงอาการสะท้านหนาว การแสดงออกของอาการสะท้านหนาวจะผันแปรขึ้นอยู่กับพันธุ์ของลำไย

การคัดและบรรจุ

ขนาดของลำไยช่อและลำไยผลเดี่ยว หากพิจารณาจากจำนวนผลต่อกิโลกรัม หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ตามมาตรฐานลำไย มกอช 1-2546 ของสำนักงานมาตรฐานและตรวจสอบสินค้าเกษตรตามตาราง 1 เปรียบเทียบกับขนาดของผลลำไยสดที่ใช้ในการทำลำไยอบแห้ง ที่คัดเกรดโดยใช้เครื่องคัดเกรดของเอกชนและเกรดที่ผู้รับซื้อใช้ในการคัดลำไย ตามมาตรฐาน มกอช 1-2546 (ตาราง 2)

ผลลำไยสดต้องบรรจุในภาชนะบรรจุที่สามารถเก็บรักษาผลลำไยได้เป็นอย่างดี วัสดุที่ใช้ต้องสะอาดและมีคุณภาพป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น สามารถใช้วัสดุโดยเฉพาะกระดาษหรือตราประทับที่มีข้อกำหนดทางการค้าบนบรรจุภัณฑ์ได้ หากมีการพิมพ์ที่ฉลากต้องใช้หมึกพิมพ์หรือกาไรสารพิษ บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ต้องมีคุณภาพ ถูกสุขลักษณะ มีคุณสมบัติทนทานต่อการขนส่งและรักษาผลลำไยได้ และต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมและกลิ่น บรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันสำหรับขนส่งผลลำไยสดไปต่างประเทศ คือ ตะกร้าพลาสติกขนาดบรรจุ 11 กิโลกรัม

การจัดเรียงผลลำไยต้องมีการจัดเสนอในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้

1. ลำไยผลเดี่ยวต้องตัดให้เหลือขั้วไว้ แต่ยาวไม่เกิน 5 มิลลิเมตร
2. ลำไยช่อ แต่ละช่อควรมีผลลำไยติดอยู่ไม่ต่ำกว่า 3 ผล และความยาวช่อไม่เกิน 15 เซนติเมตร มีผลร่วงที่เกิดระหว่างการขนส่งได้ไม่เกินร้อยละ 10 โดยจำนวนหรือน้ำหนักของทั้งภาชนะบรรจุ

ผู้บริโภคในบางประเทศ เช่น จีน ไม่ต้องการให้มีก้านลำไยปนในปริมาณมากเกินไป จึงควรตัดแต่งผลลำไยก่อนบรรจุลงตะกร้า โดยตัดเป็นผลเดี่ยวให้มีก้านยาวไม่เกิน 5 มิลลิเมตร และมีรอยตัดตรงเพื่อป้องกันความเสียหายระหว่างการขนส่ง

ตาราง 2 ขนาดของลำไยช่อและลำไยผลเดี่ยวตาม มกอช 1-2546 เปรียบเทียบกับเกรดและขนาดตาม
เครื่องคัดขนาดลำไย (สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

รหัส ขนาด	จำนวนผล / กิโลกรัม		เส้นผ่าศูนย์กลางผล (มิลลิเมตร)	เกรดรับซื้อ (เพื่อทำลำไย อบแห้ง)	ขนาดตามเครื่อง คัดลำไยสด (มิลลิเมตร)
	ลำไยช่อ	ลำไยผล เดี่ยว (ตัดเหลี่ยม ขั้ว)			
1	< 85	< 91	> 28	AA	≥ 27
2	85-94	91-100	> 27-28		
3	95-104	101-111	> 26-27		
4	105-114	112-122	> 25-26	A	≥ 25
5	≥ 115	≥ 123	24-25		
6			22-24		
			20-22	B	20-22
			< 20	C	< 20

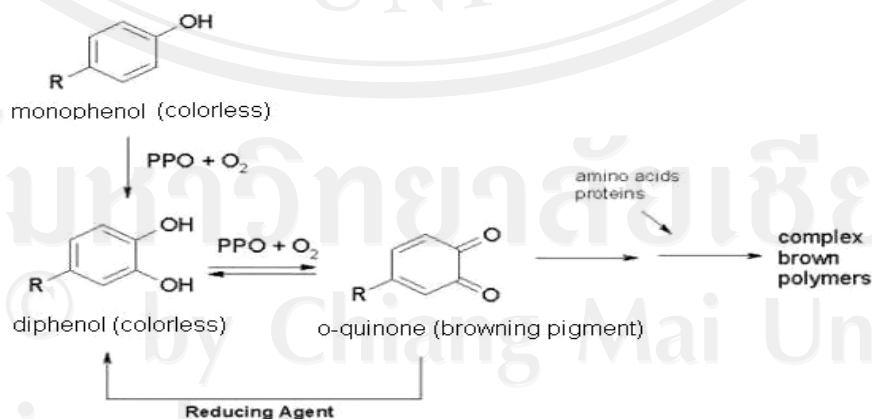
การเก็บรักษา

ผลลำไยเก็บรักษาได้ไม่นาน เนื่องจากสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บรักษา ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลลำไยควรประมาณ 85-95 เปอร์เซ็นต์ และควรเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำ ช่วง 1-5 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของลำไย มีผลการวิจัยรายงานว่า วิธีการควบคุมคุณภาพผลลำไยภายหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุนั้นมีหลายวิธี ได้แก่ การจุ่มในสารฆ่าเชื้อรา ใช้ฮอร์โมนพืช การเคลือบผิวด้วยแว็กซ์ และสารละลายไคโตแซน การใช้จุลินทรีย์ด้านฤทธิ์กันการรุกรานด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การฉายรังสี หรือการใช้ความร้อน การลดอุณหภูมิ โดยใช้น้ำเย็นเป็นวิธีหนึ่งที่ย่อยต่อการปฏิบัติ สามารถทำได้โดยจุ่มผลลำไยที่บรรจุตะกร้าลงในน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส หรือการใช้ลมเย็นเป่า ทำได้โดยการอัดอากาศเย็นให้ผ่านผลลำไยภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งอยู่ภายในห้องเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของลำไยลงมาเหลือประมาณ 5 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของห้องเย็นและอุณหภูมิของผลลำไยก่อนการลดอุณหภูมิ

การรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) กับผลลำไยสด

ผลลำไยสดหลังจากการเก็บเกี่ยวมักมีการสูญเสียสีเกิดขึ้นคือ การเกิดโรคและการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลอย่างรวดเร็วภายในเวลา 1-2 วัน หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และรุนแรงมากขึ้นหลังจากเก็บรักษา 5-6 วัน ซึ่งสาเหตุที่ Pan (1994) กล่าวว่า ผลลำไยมีไขปกคลุมบริเวณผิวเปลือกชั้นนอกค่อนข้างบางและไม่ทั่วถึง มีชั้นของคิวติเคิลบาง มีเลนติเซลขนาดใหญ่ จึงทำให้เกิดการสูญเสียสีและถูกเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคเข้าทำลายได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีช่องว่างระหว่างเซลล์ในชั้นพารენไคมา (parenchyma) เป็นจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ส่งผลให้เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase, PPO) ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลทำงานได้ดีขึ้นเนื่องจาก มีก๊าซออกซิเจน (O₂) เข้ามาช่วยเร่งปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ (Paull and Chen, 1987)

จากปัญหาการสูญเสียดังกล่าว การรมก๊าซ SO₂ กับผลลำไยสดจึงมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการคือ ประการแรก เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรา *Botrydiploia* spp. และ *Penicillium* spp. ทั้งนี้เนื่องจาก SO₂ เป็นก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรดจึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคเน่าได้ วัตถุประสงค์ประการที่สอง คือ ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลลำไย โดยเฉพาะปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของผักและผลไม้ที่เกิดจากเอนไซม์ (enzymatic browning) (ภาพ 1) ซึ่งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสไปทำให้สารประกอบจำพวกโมโนฟีนอล (monophenol) คือ ไทโรซีน (tyrosine) ถูกออกซิไดส์ (oxidize) ไปเป็นควิโนน (quinones) จากนั้นควิโนนจึงเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น (polymerization) แล้วเกิดเป็นสารสีน้ำตาล (melanin) ขึ้นมา แต่เนื่องจากก๊าซ SO₂ มีคุณสมบัติเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน จึงส่งผลให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ดังกล่าวได้ (จักรพงษ์, 2542)



ภาพ 1 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยใช้เอนไซม์ในผักและผลไม้ (จักรพงษ์, 2555)

คุณสมบัติของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂)

SO₂ เป็นก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรด ไม่มีสี ไม่ติดไฟ แต่มีกลิ่นฉุน ซึ่งก่อกวนและเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ถ้าบรรยากาศมีความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ ประมาณ 20 ppm ทำให้ดวงตาระคายเคือง หรือถ้ามีความเข้มข้น 200 ppm และได้รับเกินกว่า 1 นาที จะทำให้เกิดอันตรายต่อดวงตา เชื้อบูมูก คอหอย รวมทั้งปอด และกรณีที่มีความเข้มข้น 500 ppm แล้วสูดดมนานกว่า 30-60 นาที จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ได้ แต่ถ้ามีก๊าซ SO₂ เพิ่มขึ้นสูงเกินกว่า 1,000-2,000 ppm (0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้มนุษย์เสียชีวิตทันที ซึ่งระดับความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ สูงสุดที่มนุษย์สามารถทนได้หลายชั่วโมงโดยไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองคือ 10 ppm (จักรพงษ์, 2542)

จากคุณสมบัติของก๊าซ SO₂ ดังกล่าว จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่สถานประกอบการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมีมาตรการหรือข้อควรระวังต่างๆ เพื่อป้องกันอันตรายจากก๊าซ SO₂ เช่น โครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร ควรทำด้วยวัสดุที่แข็งแรงและทนทานต่อการกัดกร่อน หรือถ้าทำด้วยเหล็กต้องทาหรือเคลือบสีป้องกันสนิม มีแนวตาหรือหน้าต่างป้องกันก๊าซ SO₂ ที่เพียงพอและพร้อมใช้งาน บุคลากรหรือพนักงานต้องสวมเสื้อผ้าที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน (จักรพงษ์ และคณะ, 2554)

ทำเลที่ตั้งของสถานประกอบการรณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) กับผลล้าไยสด

สถานประกอบการรณก๊าซ SO₂ กับผลล้าไยสดควรมีทำเลที่ตั้งอยู่ห่างจากชุมชน เช่น แหล่งที่อยู่อาศัย โรงเรียน ตลาด วัด เป็นต้น เพื่อไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคนและสภาพแวดล้อมในชุมชน อันเนื่องมาจากกลิ่นก๊าซ SO₂ นอกจากนี้ควรอยู่ห่างจากไร่นา หรือสวนผัก ผลไม้ และดอกไม้ เนื่องจากก๊าซ SO₂ ที่เล็ดลอดออกมา เมื่อรวมกับความชื้นในอากาศ ทำให้เปลี่ยนรูปเป็นกรดซัลฟูริก (H₂SO₄) ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่ต้นพืชได้ เช่น การเกิดอาการใบไหม้หรือหงิกงอผิดปกติ แต่ถ้าหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรมีมาตรการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนและสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะการมีหอบำบัดก๊าซ SO₂ (SO₂ scrubber) ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน ทำเลที่ตั้งซึ่งจะดำเนินการก่อสร้างสถานประกอบการรณแก๊ส SO₂ กับผลล้าไยสดนั้น ต้องได้รับอนุญาตหรือความยินยอมจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นก่อน นอกจากนี้ยังต้องดำเนินการขอรับใบรับรองโรงรณก๊าซ SO₂ กับหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องโดยตรงคือ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงจะสามารถดำเนินการได้ (จักรพงษ์, 2555)

คุณภาพผลลำไยสดก่อนการนำมารมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

จักรพงษ์ (2555) สรุปไว้ว่า คุณภาพของผลลำไยสดที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการรมก๊าซ SO_2 ได้แก่

1. **ระดับความแก่ของผลลำไย** ผลลำไยที่มีความแก่ประมาณ 85-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับความแก่ที่เหมาะสมนั้น หลังจาการรมก๊าซ SO_2 แล้วทำให้มีสีผิวเหลืองนวลและเป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่าผลลำไยสดที่มีความแก่เกินไป ซึ่งหลังจาการรมก๊าซ SO_2 แล้ว มักมีสีผิวเหลืองปนแดง และผลมักจะนิ่มเนื่องจาก มีช่องว่างระหว่างเนื้อและเปลือกมากขึ้น ผลเสียที่ตามมาคือ ก๊าซ SO_2 จะแทรกซึมเข้าสู่ผลลำไยได้ดี ทำให้เนื้อบริเวณผิวเกิดความเสียหาย และส่งผลให้มีปริมาณ SO_2 ตกค้างในผลลำไยสดมากขึ้นตามไปด้วย

2. **ลักษณะผิวของผลลำไย** ผลลำไยที่มีผิวลาย หรือมีเปลือกด้านและมีสีเขียว ซึ่งแสดงว่า เป็นลำไยที่ขาดการดูแลรักษาระหว่างการเจริญเติบโตและพัฒนาของผล เมื่อนำมารมด้วยก๊าซ SO_2 มักทำให้มีสีผิวไม่สม่ำเสมอ ในทางตรงกันข้าม หากมีการดูแลรักษา โดยเฉพาะการฉีดพ่นสารเคมีในกลุ่มคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) ก่อนการเก็บเกี่ยวมากเกินไป เมื่อนำมารมด้วยก๊าซ SO_2 มักก่อให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน โดยเกิดจุดสีดำคล้ายๆ ออกไซด์ของเหล็กบริเวณผิวเปลือกด้านนอกของผลลำไย และเมื่อตรวจดูที่ผิวเปลือกด้านในเห็นเป็นจุดสีม่วงคล้ำขึ้น ซึ่งสาเหตุนั้นคาดว่า อาจเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างก๊าซ SO_2 กับสารเคมีในกลุ่มคอปเปอร์ซัลเฟต

3. **ความชื้นบริเวณผิวของผลลำไย** ความชื้นที่เกิดขึ้นบริเวณผิวของผลลำไยสดส่วนใหญ่ มักเกิดจากการมีฝนตกลงมาระหว่างการเก็บเกี่ยวหรือการขนส่ง ซึ่งถ้าไม่มีการกำจัดความชื้นเหล่านี้ จะทำให้ผลลำไยเกิดการดูดซึมก๊าซ SO_2 มากเกินไป ทั้งนี้เพราะก๊าซ SO_2 มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี ผลเสียที่ตามมาคือ อาจทำให้มีปริมาณ SO_2 ตกค้างในผลลำไยสดมากขึ้นหรือทำให้ความสามารถในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์หรือต้านทานปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลงเนื่องจาก ก๊าซ SO_2 บางส่วนถูกละลายน้ำไปแล้ว ดังนั้นในระหว่างการขนส่งจากแปลงปลูกหรือสวนมายังส่วนประกอบการ จึงควรคลุมตะกร้าบรรจุผลลำไยด้วยผ้าใบ และก่อนที่จะทำการรมก๊าซ SO_2 ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่า ผลลำไยไม่เปียกหรือไม่มีความชื้นเกาะอยู่บนผิวของผลผลิต หากพบว่า ผลลำไยเปียกหรือมีความชื้นเกาะอยู่บนผิว ควรใช้พัดลมเป่าให้แห้ง

ปริมาณหรือระดับความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ที่ใช้

ปริมาณหรือระดับความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ ที่ใช้รมผลลำไยสดมีหลักพิจารณาที่สำคัญคือ ต้องไม่มีปริมาณ SO₂ ตกค้างในผลลำไยสดสูงกว่าเกณฑ์ที่ประเทศผู้ค้ากำหนดไว้ นอกจากนี้ยังต้องสามารถควบคุมโรคและป้องกันการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลลำไยสดได้ ขณะเก็บรักษาหรือขนส่ง ที่อุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปแล้วระดับความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ ที่ใช้รมผลลำไยสดตามที่ ชิงชิง (2535) และสถาบันอาหาร (2541) แนะนำไว้คือ ต้องมีความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ ภายในห้องรม ซึ่งเหลือตกค้างเมื่อสิ้นสุดการรม (final concentration) ประมาณ 1.2-1.5 เปอร์เซ็นต์หรือเท่ากับ 12,000-15,000 ppm ซึ่งจะทำให้มีปริมาณ SO₂ ตกค้างในส่วนเปลือกและเนื้อผลลำไยประมาณ 1,800 ppm และ 30-50 ppm ตามลำดับ รวมทั้งช่วยให้สามารถควบคุมโรคและป้องกันการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลได้ไม่ต่ำกว่า 30 วัน หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์

จากระดับความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ ตามคำแนะนำดังกล่าว หากมีการใช้ปริมาณก๊าซ SO₂ สูงเกินไป ย่อมทำให้เกิดการตกค้างของปริมาณ SO₂ ในผลลำไยสดมากขึ้นและอาจถูกห้ามนำเข้าจากประเทศผู้ค้า นอกจากนี้ระดับความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ ที่สูงเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลลำไยสดได้ เช่น เนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น หรือมีสีชมพูเกิดขึ้นบริเวณขั้วผล หรือทำให้มีกลิ่นของก๊าซ SO₂ ติดอยู่ที่ผิวเปลือกของผลลำไยสดมากเกินไป และไม่เกิดการยอมรับจากผู้บริโภค แต่ในขณะเดียวกันหากมีการใช้ระดับความเข้มข้นก๊าซ SO₂ ต่ำเกินไป อาจไม่สามารถควบคุมโรคหรือป้องกันการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลลำไยสดได้ และมักทำให้เกิดความเสียหายในลักษณะที่เรียกว่า “การเกิดลายแผนที่” บนผิวเปลือกผลลำไยสด

รูปแบบของการใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) กับผลลำไยสด

1. การใช้ก๊าซ SO₂ ที่ได้จากการเผาผงกำมะถัน (sulfur, S)

ก๊าซ SO₂ ที่ได้จากการเผาผงกำมะถัน ถือเป็นรูปแบบที่นิยมนำมาปฏิบัติในเชิงการค้ากับผลลำไยสดมากที่สุดในปัจจุบันเนื่องจาก เป็นวิธีที่ง่ายและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ โดยการเผาผงกำมะถันจำนวน 1 กรัม จะได้ก๊าซ SO₂ จำนวน 2 กรัม หรือมีปริมาณเท่ากับ 764 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (จักรพงษ์, 2542)

อย่างไรก็ตาม การเผาผงกำมะถันเพื่อให้ได้ปริมาณหรือระดับความเข้มข้นของก๊าซ SO₂ ตามที่ต้องการนั้น ต้องทำให้ผงกำมะถันเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องหลายประการ ได้แก่

1. ความบริสุทธิ์ของผงกำมะถัน ผงกำมะถันที่มีความบริสุทธิ์สูง เมื่อนำมาเผาไหม้ย่อมทำให้ได้ก๊าซ SO_2 ที่มีความบริสุทธิ์สูง ส่งผลให้มีระดับความเข้มข้นของก๊าซ SO_2 ตรงตามความต้องการมากขึ้นตามไปด้วย โดยทั่วไปแล้วผงกำมะถันที่จะนำมาเผาเพื่อให้ได้ก๊าซ SO_2 นั้น ควรมีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์

2. ความร้อนที่ใช้ในการเผา คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของผงกำมะถันคือ จุดติดไฟยาก ดังนั้นความร้อนที่จะนำมาใช้ในการเผากำมะถันนั้นต้องมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงใช้ก๊าซหุงต้มเป็นหลัก และอาจฉีดพ่นแอลกอฮอล์ลงบนผิวหน้าของผงกำมะถันเพื่อช่วยให้ติดไฟได้ง่ายขึ้น การตรวจสอบว่า ผงกำมะถันเกิดการเผาไหม้หรือไม่ ให้สังเกตจากการมีเปลวไฟสีน้ำเงินเกิดขึ้นภายในเตาเผาผงกำมะถัน

2. การใช้ก๊าซ SO_2 จากถังอัดความดันโดยตรง (directly SO_2 gas) ก๊าซ SO_2 ที่บรรจุอยู่ในถังอัดความดันโดยตรง ส่วนใหญ่แล้วอยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว (liquid phase) ซึ่งมีความดันไอประมาณ 34.4 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการใช้งานให้เปิดวาล์วที่หัวถัง ซึ่งจะส่งผลให้ความดันภายในถังเกิดการเปลี่ยนแปลง แล้วทำให้ก๊าซ SO_2 ภายในถังที่อยู่ในสถานะของเหลวเปลี่ยนรูปเป็นสถานะแก๊ส (gas phase) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ในปัจจุบันเป็นวิธีการที่ให้ผลที่ดีที่สุดในการยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้จากการเผากำมะถันจะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ติดมากับผลลำไย และยังช่วยฟอกสีเปลือกของลำไย ทำให้สีผิวของลำไยจางลงเป็นสีเหลืองสวย แต่การรมผลลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มักพบปัญหาเรื่องปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างที่เปลือกและเนื้อ การรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำโดยผู้ที่รับซื้อลำไยส่งออก หรือสั่งรับซื้อลำไยที่มีขนาดใหญ่ มีโรงสำหรับรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยเฉพาะกรรมวิธีการรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะแตกต่างกันออกไปในแต่ละแห่ง แต่วิธีการรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถสรุปได้คร่าวๆ ดังนี้ (สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

1. บรรจุลำไยลงตะกร้าแล้วเรียงตะกร้าในห้องรมควัน วางซ้อนกันให้มีช่องว่างเพื่อให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แทรกเข้าไปได้

2. เฝ้าพังก้ามะถันในภาชนะที่ทนร้อนภายในห้องพังก้ามะถันที่อยู่ภายนอกห้องรมควัน ปิดตู้รมควันให้สนิท ปริมาณก้ามะถันที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของห้อง จำนวนตะกร้าคิดเป็นน้ำหนักผลล้าโยสด (ตาราง 3)

3. เมื่อก้ามะถันลุกไหม้หมด จึงเปิดพัดลมดูดอากาศเข้าไปในห้องเพื่อให้ก๊าซกระจายอย่างทั่วถึง ปล่องไ้ประมาณ 20-40 นาที

4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือตกค้างจะถูกกำจัดโดยใช้พัดลมดูดอากาศออกไปผ่านลงในน้ำปูนใส

5. ระยะเวลาในกระบวนการทั้งหมดใช้เวลาประมาณ 50 นาทีถึง 1 ชั่วโมงครั้งขึ้นอยู่กับขนาดของห้อง นำผลล้าโยที่ผ่านการรมควันแล้วไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส

ในการรมผลล้าโยด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นของห้องรม การจัดเรียงตะกร้าผลล้าโยภายในห้องรม ขนาดของห้อง ระยะเวลาพังก้ามะถัน ระยะเวลาในการรม อุณหภูมิของผลล้าโย และความบริสุทธิ์ของก้ามะถันที่ใช้จะต้องคำนึงถึง เพราะมีผลกระทบต่อปริมาณก้ามะถันตกค้างบนผลล้าโย มีข้อพึงระวังคือ ผลล้าโยที่ผ่านการรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แล้ว หากนำไปจุ่มในน้ำเย็น จะมีผลทำให้เนื้อล้าโยบริเวณใกล้ผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งป้องกันโดยใช้ลมเย็น แทนการใช้น้ำเย็น หรือปล่องผลล้าโยไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปจุ่มในน้ำเย็น

ตาราง 3 ปริมาณกำมะถันที่ใช้ในการรมผลลำไยสด (สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

ขนาดห้องรมควัน กว้าง x ยาว x สูง (เมตร)	ปริมาตรห้อง (ลูกบาศก์เมตร)	จำนวนตระกร้าขนาด บรรจุ 10 กิโลกรัม (ตระกร้า)	ปริมาณกำมะถัน (กิโลกรัม)
3.6 x 2.4 x 2.4	20.7	100	0.85
		150	0.95
		200	1.15
4.8 x 2.4 x 2.4	27.6	150	1.10
		200	1.30
		250	1.45
		300	1.65
3.6 x 3.6 x 2.4	31.1	250	1.55
		300	1.70
		350	1.9
4.8 x 3.6 x 2.4	41.5	300	1.9
		350	2.10
		400	2.30
4.8 x 4.8 x 2.4	55.3	400	2.50
		450	2.70
		500	2.90
		550	3.10

ปริมาณ SO₂ ตกค้างในผลไม้สดตามข้อกำหนดของประเทศต่างๆ

การกำหนดปริมาณ SO₂ ตกค้างในผลไม้สด ส่วนใหญ่เป็นการกำหนดทั้งในส่วนเปลือกและส่วนเนื้อของผล แต่ผลไม้สดบางชนิดอาจมีการกำหนดไว้ในส่วนเนื้อผลเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะผลลำไย เนื่องจากถือว่าเป็นการรับประทานเฉพาะส่วนของเนื้อ และมีผลกระทบโดยตรงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ซึ่งปริมาณ SO₂ ตกค้างสูงสุดในผลไม้สดตามข้อกำหนดของบางประเทศแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 ปริมาณ SO₂ ตกค้างสูงสุดในผลลำไยที่อนุญาตให้มีได้ของประเทศต่างๆ

ประเทศ	ปริมาณ SO ₂ ตกค้างสูงสุด (ppm)	
	เปลือก	เนื้อ
แคนาดา	ไม่มีข้อกำหนด	0
มาเลเซีย	ไม่มีข้อกำหนด	0*
สหภาพยุโรป	ไม่มีข้อกำหนด	0
สาธารณรัฐประชาชนจีน	ไม่มีข้อกำหนด	50
สิงคโปร์	น้อยกว่า 350	0
ออสเตรเลีย	ห้ามใช้	ห้ามใช้
ฮ่องกง	น้อยกว่า 350	0

หมายเหตุ * มาตรการจริงห้ามใช้ แต่ยังอนุญาตให้มีอยู่ และต้องมีการตกค้างในเนื้อผล 0 ppm
ที่มา : คัดแปลงจาก กรมวิชาการเกษตร (2551) และจักรพงษ์ (2555)

การตรวจสอบคุณภาพ

ลำไยเป็นผลไม้ที่ต้องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างก่อนการส่งไปต่างประเทศ ซึ่งเกษตรกรและผู้ส่งออกสามารถส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ได้ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 1 ที่จังหวัดเชียงใหม่เพื่อให้ออกใบรับรอง นอกจากนี้ยังต้องผ่านการตรวจวัดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างให้มีอยู่ในปริมาณไม่เกินที่กำหนด คือ ในเนื้อลำไยไม่เกิน 30 ppm และทั้งผลไม่เกิน 350 ppm แต่ในเนื้อลำไยแห้งและลำไยแห้งทั้งเปลือกไม่ต้องตรวจสอบ ส่วนมาตรฐานของสารปนเปื้อนสารพิษตกค้างในลำไยสดให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้องและข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติเรื่องวัตถุเจือปนอาหาร และเรื่องสารปนเปื้อนและสารพิษตกค้าง นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและต้องปฏิบัติตามเพื่อเป็นการแนวทางในการส่งออกผลลำไยไปต่างประเทศ ซึ่งมีทั้งมาตรการด้านภาษีและมาตรการที่ไม่ใช่ภาษี เช่น ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างที่ยอมรับของประเทศต่างๆ

โอโซน

โอโซน (ozone: O₃) เป็นก๊าซสีฟ้า ประกอบด้วยออกซิเจนจับตัวกัน 3 อะตอมในภาวะกึ่งเสถียร (meta-stable state) มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 48 จุดเดือดที่ -111.9 องศาเซลเซียส และจุดหลอมเหลวที่ -192.7 องศาเซลเซียส (ที่ 1 atmosphere) โอโซนมีน้ำหนักประมาณ

0.135 ปอนด์ต่อตารางฟุต โดยคุณสมบัติของโอโซนเป็นตัวออกซิไดซ์อย่างแรง โดยเมื่อสัมผัสสารที่มีพลังงานต่ำกว่าจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็ว โอโซนจึงมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคที่เหนือกว่าสารเคมีจำพวกคลอรีน คลอรีนไดออกไซด์ โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หลายประเทศในยุโรปได้มีการเลือกใช้ก๊าซโอโซนแทนสารเคมีดังกล่าว

การนำโอโซนมาฆ่าเชื้อโรคเพื่อทำน้ำบริโภค สำหรับล้างผลผลิตทั้งที่ปอกเปลือกและยังไม่ได้ปอกเปลือก รวมทั้งใช้ฆ่าเชื้อโรคในห้องเย็นที่ใช้เก็บรักษาผลผลิต โดยโอโซนที่ใช้ได้รับการรับรองว่าจัดอยู่ในกลุ่มสารที่ปลอดภัย (Generally Recognized As Safe, GRAS) ในการผลิตน้ำดื่มจะใช้โอโซนเพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอัตรา 0.5-2.0 ppm โอโซนส่วนใหญ่ละลายในน้ำ ทั้งนี้โอโซนเป็นก๊าซที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน อย่างไรก็ตามมนุษย์ได้รับโอโซนเกินกว่า 4 ppm จะเป็นอันตรายได้ (ชมภูศักดิ์ และ เทพนม, 2540) มนุษย์สามารถได้กลิ่น ในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.04 ppm สมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้ กำหนดระดับสูงสุดของก๊าซโอโซนไว้ที่ 0.1 ppm สำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับ มาตรฐานที่สมาคม American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIS) ของ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดมาตรฐานช่วงระยะเวลาสั้นๆ คือ โอโซนที่ 0.3 ppm ในช่วงระยะเวลา 15 นาที (สุรพล, 2543)

โอโซนสามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าคลอรีนถึง 52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และสิ่งมีชีวิตที่แขวนลอยอยู่ในน้ำได้อย่างดี โอโซนมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียเร็วกว่าคลอรีนถึง 5,000 เท่า ในเวลาเพียงไม่กี่วินาทีโอโซนสามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันฆ่าเชื้อโรค โดยปราศจากสารตกค้างพวฮาโลเจนที่มีผลต่อการปนเปื้อนในน้ำสะอาด คลอรีนซึ่งนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจะมีผลทำให้เกิดสารตกค้างซึ่งเรียกว่า ไตรฮาโลมีเทน (trihalomethane, THM) ซึ่งสาร THM นี้เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งได้ (สุรพล, 2543)

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โอโซนในการลดสารพิษ

Whangchai *et al.* (2004) รายงานว่าโอโซนช่วยลดค่าความเป็นพิษของสารต่างๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง เช่น การลดปริมาณแอมโมเนีย และทำให้ค่าสภาพด่าง ลดลง โดยค่าสภาพด่าง ที่ลดลงหลังจากการให้โอโซนเนื่องจากโอโซนทำปฏิกิริยากับ bromide ที่อยู่ในน้ำทะเลได้ hypobromous acid (HOBr) นอกจากนี้โอโซนทำให้ไนไตรต์ลดลง โดย H^+ แยกตัวออกมา จากไนไตรต์ ส่วน Martin and Gagnon (2003) พบว่าโอโซนสามารถลดปริมาณสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ได้ ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ลดปริมาณไนเตรต (nitrate) และสารแขวนลอยได้ทำให้คุณภาพของน้ำที่ใช้ในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำดีขึ้น Ong *et al.* (1996) พบว่าการล้างผลแอปเปิลในน้ำที่ผ่านก๊าซ

ไอโซน (0.25 มิลลิกรัม / ลิตร) ช่วยลดปริมาณสาร azinphos-methyl, captan และ fometanate hydrochloride ได้ 50-100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Inan *et al.* (2007) พบว่าการใช้ก๊าซไอโซนในการลดความเป็นพิษของอะฟลาทอกซิน B₁ ในพริกแดง พบว่าสามารถลดได้ 80 และ 93 เปอร์เซ็นต์เมื่อได้รับไอโซนความเข้มข้น 33 และ 66 มิลลิกรัม / ลิตร เป็นเวลา 60 นาที ตามลำดับ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพและสี ซึ่งสอดคล้องกับวรรณวลัย (2551) ที่ทำการศึกษาลดสารอะฟลาทอกซินในสมุนไพรบางชนิดได้แก่ พริกแห้ง มะตูม และมะขามแขก พบว่าการรมด้วยไอโซนเป็นเวลา 120 นาที ทำให้สารอะฟลาทอกซินในสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดลดลง นอกจากนี้ Wu *et al.* (2007) ได้ศึกษาถึงการกำจัดสารปราบศัตรูพืชตกค้างในผักกวางตุ้งโดยใช้น้ำไอโซนที่ความเข้มข้นต่ำ (1.4-2.0 มิลลิกรัม / ลิตร) พบว่าไอโซนมีประสิทธิภาพในการออกซิไดส์สารปราบศัตรูพืชทั้ง 4 ชนิดคือ methyl-parathion, cypermethrin, parathion และ diazinon ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประสิทธิภาพจะขึ้นกับความเข้มข้นของไอโซนและอุณหภูมิ Ince and Gokce (2001) พบว่าเกิดการเสื่อมสลายของสีของผลหลังใช้ไอโซน Martins *et al.* (2006) ที่รายงานว่าไอโซนมีผลทำลายโครงสร้างของสีของ pararosaniline ส่วน Ku *et al.* (1998) ศึกษาการสลายของสาร diazinon ในสารละลายน้ำไอโซน พบว่าไอโซนในน้ำสามารถออกซิไดส์ สาร diazinon ทำให้เกิดการสลายของสาร diazinon ภายใน 1 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ Cataldo (2008) ศึกษาการใช้ไอโซนเพื่อสลายสารพิษ patulin และการปนเปื้อนของอาหารในน้ำสาลีและน้ำแอปเปิล พบว่า ไอโซนสามารถสลายหรือลดสารพิษ patulin ในน้ำแอปเปิลได้ และจากการศึกษาของ วิญญู และคณะ (2546) ในการลดปริมาณสารฆ่าแมลงมาลาโทออนและพาราโทออนที่ตกค้างในกะหล่ำปลี โดยใช้วิธีการแช่ผักในน้ำผสมผงฟู แช่ในน้ำผสมด่างทับทิม และแช่ในน้ำไอโซน พบว่าวิธีการแช่กะหล่ำปลีในน้ำผสมผงฟูสามารถลดปริมาณของสารฆ่าแมลงมาลาโทออนและพาราโทออนได้มากที่สุด 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่ผักในน้ำไอโซนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการแช่น้ำผสมด่างทับทิม คือ 60 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Benitez *et al.* (2002) ศึกษาการสลายตัวของสาร carbofuran โดยใช้ไอโซนและรังสียูวี พบว่าไอโซนและอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารฆ่าแมลง โดยพิจารณาจากการสลายตัวของ hydroxyl radicals ของสาร นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ไอโซนร่วมกับรังสียูวีทำให้มีอัตราการสลายตัวของสารเร็วขึ้น โดยพบ hydroxyl radicals เพิ่มขึ้น ส่วน Whangchai *et al.* (2011) พบว่าการให้ไอโซนทั้งในรูปแบบก๊าซหรือการผ่านไอโซนลงไปในน้ำสามารถลดปริมาณสารตกค้าง chlorpyrifos ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงชนิดหนึ่ง ที่พบการตกค้างอยู่เสมอในผลิตภัณฑ์ที่มีการส่งออกไปยังต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โอโซนในการควบคุมโรค

ปัจจุบันมีการนำโอโซนเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรม ดังงานวิจัยที่ใช้โอโซนเพื่อยืดอายุผักและผลไม้ ธนะชัย (2544) นำผลลำไยซึ่งรมด้วยก๊าซโอโซนความเข้มข้น 100 mg/cm เป็นเวลา 90 นาที มาเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไยได้ เช่นเดียวกับ Perez *et al.* (1999) รายงานว่าการใช้โอโซน 0.35 ppm กับผลสตอเบอร์รี่ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สามารถลดการเน่าเสียได้ 40 เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และสารที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นนั้น Sarig *et al.* (1996) พบว่าโอโซนสามารถใช้ทดแทนแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการลดการเกิดโรคบนผิวองุ่น โดยที่ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง ระยะเวลา 20 นาที โอโซนจะกระตุ้นให้มีการสร้าง phytoalexins, resveratrol และ pterostilbene ทำให้ผลองุ่นสามารถต้านทานการเข้าทำลายของเชื้อได้ ซึ่ง Khan and Khan (1999) รายงานว่าโอโซนที่ความเข้มข้น 200 ppm สามารถควบคุมโรค powdery mildew ในแตงกวาได้ โดยโอโซนสามารถลดการงอกของสปอร์ *Sphaerotheca fuliginea* ที่เลี้ยงบนแผ่นสไลด์ได้ และเจษฎา (2549) ได้ศึกษาผลของโอโซนต่อการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันหอมระเหยในสมุนไพรขมิ้นบางชนิด โดยการรมโอโซน 60 นาทีให้ผลดีที่สุดในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ เพ็ญแขและคณะ (2550) ศึกษาผลของการใช้น้ำที่ผ่านโอโซนช่วยลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนผิวพริกชี้ฟ้าสุดได้ พรหมวลัย (2551) ใช้ก๊าซโอโซนในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในสมุนไพรอบแห้ง ได้แก่ พริกชี้ฟ้าแห้ง มะตูม และมะขามแขก โดยการรมด้วยโอโซนที่เวลา 60 และ 120 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด โดยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในพริกชี้ฟ้าลดลง 39.1 เปอร์เซ็นต์ มะตูมลดลง 54.5 เปอร์เซ็นต์ และมะขามแขกลดลง 66.2 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Whangchai *et al.* (2006) รายงานว่าการให้ก๊าซโอโซนร่วมกับกรดออกซาลิก สามารถลดการเกิดโรคของผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยวได้ และจากการศึกษาของ Palou *et al.* (2001) ในการให้ก๊าซโอโซนความเข้มข้น 0.3 ppm กับส้มพันธุ์วาเลนเซีย (Valencia) ซึ่งผลการทดลองสรุปว่าการให้โอโซนสามารถชะลอการเกิดโรคราสีเขียวและราสีน้ำเงินได้ดี (green and blue mold) สำหรับการทดลองใช้โอโซนเพื่อควบคุมโรคราสีเขียวในส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งมีรายงานว่า เมื่อมีการรมด้วยโอโซนแบบต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง สามารถควบคุมการเกิดโรคราสีเขียวที่เกิดจากเชื้อ *P. digitatum* ได้ดี (Boonkorn *et al.*, 2012) นอกจากนี้ Maier *et al.* (2006) ยังรายงานว่าโอโซนสามารถกำจัดแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ โดยแมลงในโรงเก็บเมล็ดข้าวโพดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ หลังผ่านการรมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้น 50 ppm เป็นระยะเวลา 3 วัน และ Barth *et al.* (1995) พบว่าการใช้โอโซนที่ความเข้มข้น 0.3 ppm ในการเก็บรักษาเบตตีเบอร์รี่ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์

โดยไม่ทำให้เกิดตำหนิและไม่ทำให้สีของเปลือกผลเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษานาน
12 วัน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved