



คู่มือ

เทคโนโลยีการบริหารจัดการมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง
ก่อนและหลังการฉายรังสีเพื่อการส่งออกปสหรัฐอเมริกา

ร่วมจัดโดย



M H E S I

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม
Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation

คู่มือ
เทคโนโลยีการบริหารจัดการมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง
ก่อนและหลังการฉายรังสีเพื่อการส่งออกไปสหรัฐอเมริกา

ร่วมจัดโดย



กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation

ธันวาคม 2562

ชื่อหนังสือ คู่มือ เทคโนโลยีการบริหารจัดการมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง
ก่อนและหลังการฉายรังสีเพื่อการส่งออกปาสหรัฐอเมริกา

ISBN: 978-616-7866-44-4

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2562

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

จัดทำโดย สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน)
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 (อาคาร B)
ชั้น 9 เลขที่ 120 หมู่ที่ 3 ถนนแจ้งวัฒนะ
แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
โทรศัพท์ 0 2141 7800 โทรสาร 0 2143 9202
www.bedo.or.th

สถานที่พิมพ์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม ฝ่ายโรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนงามวงศ์วาน
แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
โทรศัพท์ 0 2940 5501-2 โทรสาร 0 2942 8056

สารบัญ

หน้า

บทนำ

วัตถุประสงค์ และ ขอบเขต

บทที่ 1	เทคโนโลยีในการผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออก	5
บทที่ 2	เทคโนโลยีการฉายรังสี : ทางเลือกสำหรับขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว	13
บทที่ 3	แนวทางการปฏิบัติของเกษตรกร โรงคัดบรรจุ และผู้ส่งออก ที่ต้องการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง	23
บทที่ 4	ขั้นตอนปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสี เพื่อการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปสหรัฐอเมริกา	29
บทที่ 5	การดูแลและการเก็บรักษามะม่วงหลังการฉายรังสี	39
บทที่ 6	สถานะตลาดมะม่วงในสหรัฐอเมริกา	45

ผู้เรียบเรียง

ผศ. ดร. พิระศักดิ์ ฉายประสาท

คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
และผู้อำนวยการสถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

ดร. หาญณรงค์ ฉำทรัพย์

รองผู้อำนวยการ (บริหาร) สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ดร. สุวิมล เจตะวัฒนะ

หัวหน้าฝ่ายบริการวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

บทนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยและมีศักยภาพในการส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ความหลากหลายของสายพันธุ์และการมีพื้นที่ปลูกอยู่ในหลายจังหวัดทั่วทุกภาค ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี สำหรับตลาดทางสหรัฐอเมริกา แม้จะมีข้อตกลงอนุญาตให้ไทยส่งมะม่วงไปจำหน่ายได้ตั้งแต่ปี 2550 โดยต้องผ่านกระบวนการฉายรังสี ซึ่งเป็นมาตรการเพื่อสุขอนามัยพืช ที่จะช่วยป้องกันไม่ให้แมลงศัตรูพืชจากประเทศต้นทางไปแพร่ระบาดในประเทศปลายทาง แต่การส่งมะม่วงไปสู่ตลาดสหรัฐอเมริกาก็ยังไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากมะม่วงเกิดความเสียหายหรือมีคุณภาพไม่เป็นไปตามที่ผู้บริโภคต้องการเมื่อไปถึงปลายทาง สาเหตุหนึ่งมาจากการขาดองค์ความรู้ที่ถูกต้องและเหมาะสมในการบริหารจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งก่อนและหลังการฉายรังสี รวมไปถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาและการขนส่ง

จากปัญหาดังกล่าว ได้นำไปสู่ความร่วมมือระหว่างสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) (สพภ.) มหาวิทยาลัยนเรศวร (มน.) และ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สทน.) ทำการศึกษาวิจัยมะม่วงให้ได้คุณภาพมาตรฐานส่งออก จนประสบความสำเร็จในปี 2562 จึงได้จัดกิจกรรมการถ่ายทอดองค์ความรู้ดังกล่าว เพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการส่งออก ให้มีความตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว ก่อนนำมะม่วงไปฉายรังสี ทั้งความรู้ส่วนทฤษฎีและทักษะการปฏิบัติที่ถูกต้อง อันจะนำไปสู่ความสำเร็จในการส่งออกมะม่วงที่ได้คุณภาพไปตลาดสหรัฐอเมริกา และประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์และขอบเขต

หนังสือเล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการอบรมถ่ายทอดความรู้ การจัดการมะม่วงเพื่อการส่งออกไปสหรัฐอเมริกา ได้เรียบเรียงจากความรู้และการสั่งสมประสบการณ์จากการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีเปลือกบางเสียหายง่าย และตลาดมีความต้องการสูงทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้มีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการบริหารจัดการมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองก่อนการเข้ารับการฉายรังสี ทั้งการจัดการที่ดี และผลลัพธ์การจัดการที่ไม่ดี การจัดการมะม่วงเพื่อเข้ารับการฉายรังสี การดูแลมะม่วงหลังผ่านการฉายรังสีทั้งในประเทศไทยและประเทศสหรัฐอเมริกา รวมไปถึงสถานะปัจจุบันของตลาดมะม่วงในสหรัฐอเมริกา

เทคโนโลยีในการผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออก



ผศ. ดร. พีระศักดิ์ ฉายประสาท

บทนำ

การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกเป็นการรวมองค์ความรู้ทั้งเทคโนโลยีการผลิต เทคโนโลยีการหลังการเก็บเกี่ยว และเทคโนโลยีการฉายรังสีที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อผลิตมะม่วงที่มีคุณภาพและชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิต รวมถึงการป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง เพื่อรักษาคุณภาพของผลมะม่วงให้มีคุณภาพดีที่สุดจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ซึ่งการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้นานขึ้น จะสามารถส่งเสริมและกระตุ้นการส่งออกมะม่วงของไทยไปยังต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น นอกจากนี้ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวยังสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าทางการเกษตรของไทยได้อีกด้วย ดังนั้น การส่งออกผลมะม่วงไทยให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับสากล จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้การจัดการทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อยกระดับและรักษาคุณภาพผลผลิตให้ได้มาตรฐาน และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั่วโลกได้

เทคโนโลยีในการผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออก

มะม่วงของประเทศไทยในธรรมชาติให้ผลผลิตในช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน แต่การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกจะผลิตก่อนหรือล่าฤดู เนื่องจากสามารถผลิตได้คุณภาพดี และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี

1. ความหมายของมะม่วงนอกฤดู

มะม่วงนอกฤดู (off-season mango) คือ มะม่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวได้นอกเหนือไปจากช่วงเดือนเมษายน – พฤษภาคม โดยผลผลิตจะออกก่อนหรือหลังขึ้นอยู่กับการและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิต หรือมีผลผลิตในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม – มีนาคม

2. ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตมะม่วงนอกฤดูของประเทศไทย แบ่งเป็นกลุ่ม ตามตาราง 1

- กลุ่มที่ 1 ประมาณเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม ได้แก่ อำเภอบางบาล นครราชสีมา
- กลุ่มที่ 2 ประมาณเดือนสิงหาคม – กันยายน ได้แก่ อ่างทอง สิงห์บุรี ชัยนาท สุพรรณบุรี
- กลุ่มที่ 3 ประมาณเดือนกันยายน – เมษายน ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี
- กลุ่มที่ 4 ประมาณเดือนพฤศจิกายน – มิถุนายน ได้แก่ ฉะเชิงเทรา สระแก้ว
- กลุ่มที่ 5 ประมาณเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ ได้แก่ พิจิตร
- กลุ่มที่ 6 ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ได้แก่ เพชรบูรณ์ พิษณุโลก
- กลุ่มที่ 7 ประมาณเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ได้แก่ สุโขทัย เชียงใหม่ เชียงราย

ตาราง 1 ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ของประเทศไทย

เดือนเก็บเกี่ยว											
ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
						นครราชสีมา					
							อ่างทอง สิงห์บุรี ชัยนาท สุพรรณบุรี				
ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี								ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี			
ฉะเชิงเทรา สระแก้ว										ฉะเชิงเทรา สระแก้ว	
พิจิตร											
	เพชรบูรณ์ พิษณุโลก										
				สุโขทัย เชียงใหม่ เชียงราย							

3. หลักการผลิตมะม่วงนอกฤดู

การผลิตมะม่วงนอกฤดู หรือการทำให้มีผลผลิตมะม่วงบริโภคนอกเหนือไปจากช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวปกติในฤดูกาลเดือนเมษายน - พฤษภาคม สามารถทำได้ 4 วิธี คือ

3.1 การใช้พันธุ์ชะววย (off-season cultivar)

เป็นพันธุ์ที่สามารถออกดอกติดผลได้ไม่จำกัดฤดูกาล โดยไม่ต้องอาศัยเทคนิคพิเศษใด ๆ เข้าช่วย จากการสำรวจ พบว่าประเทศไทยมีจำนวนไม่น้อยกว่า 20 พันธุ์ แต่ละพันธุ์อาจมีระดับ “ลักษณะชะววย” มากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป แต่ที่ค่อนข้างเด่นชัด ได้แก่ พันธุ์โชคอนันต์ ศรีสยาม สามฤดู และอรุณพิรุณทอง เป็นต้น (กลุ่มพันธุ์มะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก) ศาลายา มั่นเดือนแก้ว มั่นค่อม และพิมเสนมันชะววย (กลุ่มพันธุ์มะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ) เป็นต้น ปัญหาของพันธุ์ชะววยที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดส่งออก แต่ที่ได้มีการปรับใช้มาอย่างยาวนาน คือ น้ำดอกไม้ ปกติเป็นเพียงมะม่วงพันธุ์เบาที่ออกดอกง่าย ต่อมาได้มีการคัดเลือกจนได้น้ำดอกไม้ (ชะววย) เบอร์ 4 ซึ่งมีลักษณะชะววยมากที่สุด แต่ปัญหาที่พบส่วนใหญ่จากการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ชะววยเบอร์ 4 มีสาเหตุจากการไม่ได้รับความนิยมนำที่ควร แม้ว่าจะมีรสชาติหวาน ผู้ส่งออกที่ส่งมะม่วงชะววยเบอร์ 4 ที่ส่งไปขายในสาธารณรัฐประชาชนจีนประสบปัญหาถูกส่งกลับหลายครั้ง แม้รสชาติมะม่วงชะววยน้ำดอกไม้เบอร์ 4 จะดีกว่าน้ำดอกไม้สีทองแต่ก็ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก บางคนไม่สามารถแยกความแตกต่างของรสชาติได้ แต่ที่น่าสังเกต คือ

เรื่องของสีส้มที่ต้องใช้เวลาหลายวันก่อนจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองทองเหมือนน้ำดอกไม้สีทอง ผิวไม่ทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของอากาศได้มากนัก ไม่ทนต่อเชื้อรา แต่ข้อดีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง 4 เป็นมะม่วงพันธุ์เบา การปลูกรวมถึงการดูแลรักษาการเร่งการออกดอกติดผลจึงง่ายกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ในช่วงที่ขาดแคลนมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง สามารถใช้มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง 4 ทดแทนได้เพราะเป็นช่วงนอกฤดูที่มีมะม่วงเข้าสู่ตลาดน้อยมาก

3.2 การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่ง

การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่งหรือที่ชาวสวนเรียกว่า “การฝากทอง” บนต้นตอพันธุ์ทวาย เป็นการนำพันธุ์การค้าที่ต้องการ เช่น น้ำดอกไม้สีทองมาต่อกิ่งบนต้นตอพันธุ์ทวาย เช่น โชคอนันต์ ก่อนการสร้างตาดอกประมาณ 1 เดือน (เฉลิมชัย อารังวงศ์วิทย์ และสุรภิจ วิเศษฐศรี, 2553ก) โดยขั้นตอนในการชักนำให้มะม่วงออกดอกนอกฤดูด้วยการเสียบกิ่ง คือ

1) นำยอดพันธุ์มะม่วงที่เราต้องการ (ในฤดูกาลปกติ) มาเสียบกับกิ่งต้นพันธุ์โชคอนันต์ ก่อนที่มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์จะออกดอกประมาณ 1 เดือน (เดือนมีนาคม)

2) เมื่อยอดมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ออกดอกนอกฤดู (เมษายน) สามารถชักนำให้ยอดพันธุ์มะม่วงที่นำมาเสียบออกดอกตาม

3.2.1 เทคนิควิธีการและปัจจัยที่ควรพิจารณาสำหรับการชักนำให้มะม่วงออกนอกฤดูกาลโดยการเสียบกิ่ง มีดังนี้

1) การคัดเลือกต้นพันธุ์ที่ใช้ชักนำการออกดอกจะต้องเป็นพันธุ์ทวายเท่านั้น (พันธุ์ที่ได้ผลดี คือ พันธุ์โชคอนันต์)

2) ช่วงเวลาในการเสียบกิ่ง ควรทำการเสียบกิ่งก่อนที่มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์จะออกดอกประมาณ 1 เดือน โดยปกติมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์จะออกดอกนอกฤดูในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ดังนั้น จึงทำการเสียบกิ่งในช่วงต้นเดือนมีนาคม

3) การเลือกยอดพันธุ์ที่จะนำมาเสียบควรเป็นพันธุ์ที่ตลาดต้องการและจำหน่ายราคาสูง เช่น พันธุ์น้ำดอกไม้ เขียวสวาย ฟาลัน หนองแซง ฯลฯ

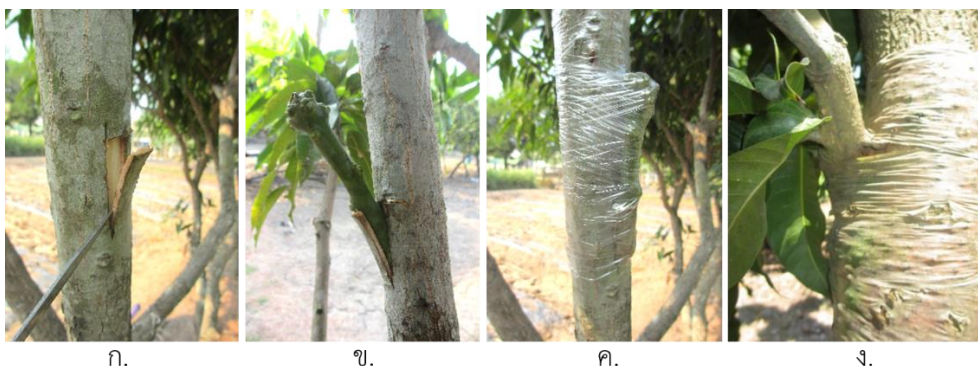
4) ตำแหน่งการเสียบ ควรทำการเสียบที่โคนต้น เพราะจะทำให้มีการแทงช่อดอกได้ดีกว่าการเสียบในตำแหน่งอื่น

5) จำนวนยอดต่อต้น ปริมาณยอดที่จะเสียบต่อต้นจะมากขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้น พันธุ์โชคอนันต์หรือเพชรบ้านลาดที่ใช้เป็นต้นตอ

6) วิธีการเสียบกิ่ง ใช้วิธีการเสียบข้าง โดยเฉือนเปลือกกิ่งต้นตอเป็นแผลยาวประมาณ 1.5 นิ้ว (ภาพ 1 ก.) แล้วนำยอดพันธุ์ดี (ความยาวประมาณ 3 นิ้ว) ตัดใบออกให้หมด พร้อมกับเฉือนเป็นรูปปากฉลามความยาว 1.5 นิ้ว เช่นกัน นำมาประกบกับรอยแผลต้นตอ (ภาพ 1 ข.) เสร็จแล้วพันพลาสติกให้แน่น

7) หลังจากที่ได้เสียบยอดได้ประมาณ 20 – 25 วัน ยอดพันธุ์ดีจะเริ่มแตกตา ให้เปิดพลาสติกตรงบริเวณยอดพันธุ์ดี (ภาพ 1 ค.) ให้ยอดพันธุ์ดีเจริญเติบโตต่อไป (ภาพ 1 ง.)

ภาพ 1 ลักษณะของการเสียบกิ่งที่เจริญเติบโตและสามารถให้ผลผลิตได้แล้ว
โดยการเสียบกิ่งมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองบนมะม่วงต้นพันธุ์



3.2.2 ข้อเสนอแนะในการเพิ่มโอกาสการติดผล ดังนี้

- 1) ควรบำรุงรักษาด้านมะม่วงให้มีความสมบูรณ์อยู่เสมอ หรือต้องมีการให้น้ำและปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ
- 2) ยอดที่นำมาเสียบจะต้องเป็นยอดที่สมบูรณ์
- 3) ควรปลิดช่อดอกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เพชรบ้านลาดหรือฟ้าลั่นทิ้งบ้างเพื่อลดการแย่งอาหาร
- 4) เมื่อมะม่วงมีการติดผลอ่อน ควรมีการฉีดพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ กรด 1-แนฟทาไลน์แอซิดิก (1-Naphthaleneacetic acid, NAA) เพื่อป้องกันผลร่วง เมื่อผลอ่อนมีอายุประมาณ 1 เดือน

จากแนวทางการผลิตมะม่วงนอกฤดูกาลโดยการเสียบกิ่ง จะเห็นได้ว่า ไม่ได้เป็นเรื่องที่ยากเพียงแต่ต้องรู้หลักการเทคนิควิธีการ และมีต้นพันธุ์จะสามารถผลิตมะม่วงนอกฤดูกาลพันธุ์ที่ต้องการได้ วิธีการนี้เป็นหนึ่งในอีกหลายวิธีที่ไม่ต้องลงทุนมาก แต่สามารถทำให้มะม่วงออกดอกและติดผลนอกฤดูโดยไม่ต้องใช้สารเคมี

การฝากท้องหรือการเปลี่ยนยอดมะม่วงเป็นเทคนิคหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตมะม่วง มีวิธีการทำไม่ยุ่งยาก ให้ผลผลิตมากและช่วยย่นระยะเวลาในการปลูก โดยเกิดจากการแก้ปัญหาเนื่องจากมะม่วงเขียวเสวยไม่มีตลาดส่งออก แต่พันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการส่งออก คือ น้ำดอกไม้ จึงใช้เทคนิคการฝากยอดมะม่วง โดยการเริ่มฝากท้องมะม่วงจะไม่จำกัดอายุของต้นต่อ แต่ควรปล่อยให้มะม่วงเริ่มมีผลปีแรกจึงจะสามารถทำการฝากท้องได้ หลังจากฝากท้องประมาณ 45 วัน เริ่มบังคับมะม่วงให้ออกดอก เมื่อราดสารบังคับจะเริ่มฝากท้อง ถ้าเป็นมะม่วงน้ำดอกไม้ 45 วัน จะทำการตัดช่อดอก มะม่วงน้ำดอกไม้จะออกดอกพร้อมกับมะม่วงต้นเดิม สามารถจะเลือกฝากท้องมะม่วงได้ตามที่เราต้องการ เพราะต้นพันธุ์ คือ ต้นที่หาอาหารมาเลี้ยงยอดที่นำไปฝาก ยอดที่นำไปฝาก คือ กิ่งที่ให้ผลผลิต โดยเลือกกิ่งที่สมบูรณ์ไม่ใหญ่หรือเล็ก ไม่แก่ไม่อ่อนเกินไป และอาศัยความชำนาญในการทำอยู่กับการปาดกิ่งมะม่วงโดยแผลต้องเรียบไม่เป็นเส้น มีดที่ใช้ปาดจะต้องคม กิ่งจะต้องไม่เป็นกิ่งตาบอด จากนั้นกรีดตามยาวประมาณ 6 เซนติเมตร ตอนกดมิดต้องค่อย ๆ กรีด

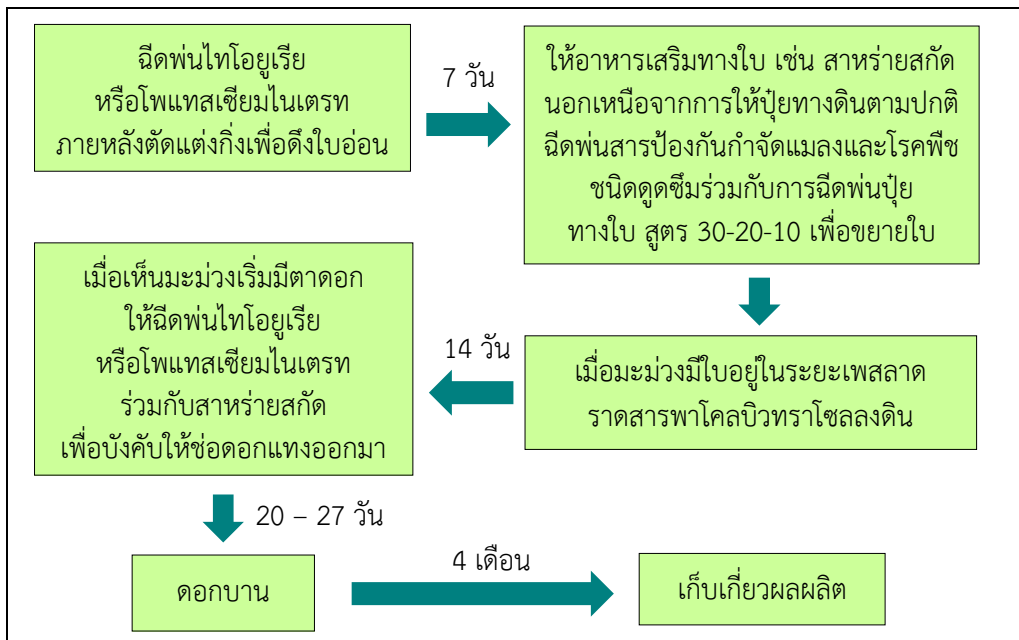
ไม่ใช่กดจนเปลือกซ้ำ พันทบให้แน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ประมาณ 1 สัปดาห์ ยอดที่ฝักจะติดโดยจะเป็นสีเขียวไม่ดำ และประมาณ 22 วัน จะแทงยอดใหม่ถ้าไม่แทงยอดก็จะแทงช่อดอกมาเลย ข้อดีของการฝักทอง คือ มะม่วงจะติดผลมาก โดยจะทำการฝักทองเป็นจตุรรอบ ๆ ลำต้น เพื่อที่เวลาช่อดอกบานจะกระจายทั่วทรงพุ่มและทำให้การถ่ายละอองเกสรทั่วทั้งต้น

3.3 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator)

พาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) ซึ่งไปยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินจนเกิดการสร้างตาดอกเกิดขึ้น ในประเทศไทยนำมาใช้ชักนำการออกดอกนอกฤดูกับมะม่วงพันธุ์ที่ออกดอกง่าย เช่น น้ำดอกไม้ เนื่องจากประสบความสำเร็จสูง อย่างไรก็ตาม การใช้สารนี้กับมะม่วงพันธุ์ที่ออกดอกยาก เช่น เชี่ยวสวย สามารถทำได้ค่อนข้างสมบูรณ์เช่นกัน การผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออกของประเทศไทยได้อาศัยวิธีนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา

การฉีดพ่นด้วยโพแทสเซียมไนเตรท 2.5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้น 3 วัน ฉีดพ่นด้วยสารเอทีฟอนความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงเดือนตุลาคมจะชักนำการออกดอกนอกฤดูของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้เร็วกว่าปกติ 10 - 14 วัน ทำให้เกิดจำนวนดอกมากกว่าต้นที่ไม่ใช้สารเป็น 2 เท่า แต่เอทีฟอน (Ethephon) ทำให้กิ่งมะม่วงที่มีสีเขียวเกิดยางไหล และใบในทรงพุ่มจะแห้งจากขอบใบ ขั้นตอนการบังคับออกดอกนอกฤดูของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองแสดงในภาพ 2

ภาพ 2 ขั้นตอนการบังคับออกดอกนอกฤดูของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง
(พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)



4. การเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยต้องคำนึงถึงอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เนื่องจากมะม่วงแต่ละพันธุ์มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันไป (ตาราง 2) กรณีเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่อ่อนเกินไป (110 วันหลังดอกบาน แต่ไม่ถึง 115 วัน) จะทำให้ผลสุกเสียได้ง่าย และเหี่ยวยุบ ผลมีรสเปรี้ยว หากเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่แก่เกินไป (มากกว่า 120 วัน หลังดอกบาน) จะทำให้เนื้อผลนิ่มเกินไป บอบช้ำง่าย ดังนั้น การเก็บเกี่ยวผลเมื่อผลอยู่ในสภาพที่พอเหมาะจึงมีความสำคัญมาก

ตาราง 2 การเปรียบเทียบดัชนีการเก็บเกี่ยวมะม่วงแต่ละสายพันธุ์

สายพันธุ์มะม่วง	ระยะที่เหมาะสม	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
น้ำดอกไม้สีทอง	เก็บเกี่ยวในระยะ 115 วัน หลังดอกบาน (ระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์)	หากเก็บในระยะ 110 วันหลังดอกบาน (ระยะสุกแก่ 70 เปอร์เซ็นต์) มะม่วงจะอ่อนเกินไป และระยะ 120 วันหลังดอกบาน (ระยะสุกแก่ 90 เปอร์เซ็นต์) มะม่วงจะแก่จัด
น้ำดอกไม้ (ไม่ใช่สีทอง)	เก็บเกี่ยวในระยะ 105 วัน หลังการติดผล	และนำมาตรวจสอบความถ่วงจำเพาะโดยการนำมัลลอยน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์
มหาชนก	สามารถเก็บเกี่ยวได้ระหว่าง 100 – 115 วันหลังดอกบาน	ทดสอบความถ่วงจำเพาะ โดยการลอยน้ำ หรือทำการลอยน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์
เขียวมรกต		ตรวจสอบความถ่วงจำเพาะ โดยมะม่วงจะจมน้ำ แต่ลอยในน้ำเกลือ 6 เปอร์เซ็นต์
หนังกลางวัน	อยู่ในช่วง 91 – 98 วัน หลังจากติดผล	ใช้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อกรด ซิทริกและปริมาณกรดซิตริกในผลดิบเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยว
เขียวเสวย	ประมาณ 13 สัปดาห์ (91 วัน) หลังจากติดผล หรือ 15 สัปดาห์หลังจากดอกบาน	ใช้การสังเกตจุดกระสีน้ำตาลทั่วผล ประกอบการพิจารณา
แรด	เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 77 วัน ขึ้นไปหลังติดผล	สังเกตลักษณะแก้มผลเต่งและผิวผลมีนวล และหากต้องการรับประทานแบบดิบให้เก็บเกี่ยวไม่เกิน 91 วันหลังติดผล
แก้ว	สายพันธุ์ ศก 007 อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการดองระหว่าง 12 – 14 สัปดาห์หลังดอกบาน (84 – 98 วัน) สายพันธุ์ ศก 002 มีระยะเวลาที่เหมาะสม ในการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 14 – 17 สัปดาห์หลังดอกบาน (98 – 119 วัน)	

5. การสุกของผลมะม่วง (Mango fruit ripening)

การสุกของผลเป็นสภาวะทางธรรมชาติของผล หลังจากมีการเจริญเติบโตจนถึงระยะเต็มที่ (mature) เป็นการเริ่มต้นของกระบวนการเสื่อมตามอายุของผล (fruit senescence) ในระหว่างกระบวนการนี้มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงสีผล มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะพันธุ์ โดยการเปลี่ยนแปลงสีผลหรือสีเนื้อจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองเมื่อผลเข้าสู่กระบวนการสุกเป็นผลมาจากการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ และมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงอายุมากที่สุกจะมีเบต้า-แคโรทีนมากกว่าผลมะม่วงอายุน้อยที่สุก

2. การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส เมื่อผลเข้าสู่กระบวนการสุกความแน่นเนื้อจะลดลง การที่ผลมะม่วงอายุมากมีความแน่นเนื้อลดลง เนื่องจากสารประกอบเพกทิน ซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่อยู่ในรูปโพรโทเพกทินซึ่งไม่ละลายน้ำ เปลี่ยนรูปไปเป็นเพกทิน ซึ่งมีโมเลกุลขนาดเล็กละลายน้ำได้ ทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์ซึ่งเคยยึดเกาะกันแน่นในขณะผลดิบหลุดแยกออกจากกันเมื่อผลสุก โดยความอ่อนนุ่มของผลมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณเพกทินที่ละลายน้ำได้

3. การเปลี่ยนแปลงรสชาติ การเปลี่ยนแปลงรสชาติในระหว่างการสุกที่ปรากฏเด่นชัดที่สุด คือ การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลและกรดอินทรีย์ โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด มีความสำคัญต่อการพัฒนาของรสชาติของผลไม้ แม้ว่าในผลจะมีกรดอินทรีย์หลายชนิดก็ตาม แต่โดยทั่วไปแล้วมักมีกรดเพียงหนึ่งหรือสองชนิดเท่านั้นที่มีมากและถูกสะสม

ในระหว่างการสุกปริมาณกรดในผลไม้ส่วนใหญ่จะลดลง จากการถูกใช้ไปเป็นสารประกอบของการหายใจ (respiratory substrates) และการนำไปเป็นโครงสร้างคาร์บอน (carbon skeleton) ของการสังเคราะห์สารชนิดใหม่ในระหว่างการสุก การลดลงของปริมาณกรดในองุ่น มีความเกี่ยวพันกับการเข้าสู่ระยะการสุกและการสะสมน้ำตาล แต่การลดลงของปริมาณกรดในระหว่างการสุกไม่ได้เกิดขึ้นกับผลไม้ทุกชนิด

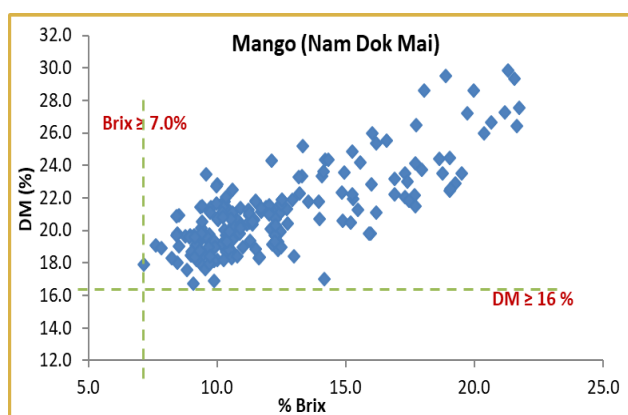
4. อัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้น ในผลมะม่วงแก่จัดหรือเริ่มสุกจะมีอัตราการหายใจสูงขึ้น ลักษณะการหายใจของผลมะม่วงมีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นหลังจากการติดผล จากนั้นจะลดลงอยู่ในระดับต่ำอย่างคงที่จนกระทั่งกระบวนการสุกเริ่มต้น ช่วงที่การหายใจแบบโคลแมคเทอร์ริกเพิ่มขึ้นสูงสุดเกิดขึ้นช้าในผลมะม่วงที่ยังไม่แก่ และเกิดเร็วมากในผลมะม่วงที่สุกงอม ผลมะม่วงที่กำลังแก่ได้ที่มีการหายใจสูงสุดในวันที่ 9 ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (ambient temperature) 26 ± 2 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) และปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ 45 – 65 เปอร์เซ็นต์ การสะสมน้ำตาลสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกับที่การหายใจแบบโคลแมคเทอร์ริกถึงจุดสูงสุด

5. การผลิตเอทิลีน โดยทั่วไปเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนพืช จะไปเร่งการสุกและอัตราการเสื่อมสภาพของผล เนื่องจากเอทิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ กระตุ้นให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น การให้เอทิลีนทำให้ผลมะม่วงมีการสุกเร็วขึ้นและทำให้ผลสุกสม่ำเสมอ ในขณะที่ผลอ่อนมีการผลิตเอทิลีนน้อยมาก แต่เมื่อผลมีอายุมากขึ้นมีการเจริญเต็มที่มากขึ้น การผลิตเอทิลีนก็เพิ่มปริมาณมากขึ้นตาม ทำให้กระตุ้นการสุกได้เร็วขึ้น และมีความไวต่อการตอบสนองต่อเอทิลีนที่ได้รับจากภายนอกมากขึ้น มะม่วงสุกมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น เมื่อเข้าสู่กระบวนการสุกผลมะม่วงมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น แต่อาจจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ มะม่วงมีการผลิตเอทิลีนอยู่ในระดับปานกลางระหว่าง 1 – 10 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20°C

การประเมินระยะสุกแก่ของมะม่วงแบบไม่ทำลายผลผลิตโดยใช้เทคนิค เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Near Infrared Spectroscopy: NIRs)

เป็นการนำผลมะม่วงมาคัดระยะสุกแก่ด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (NIRs) มะม่วงเกรดส่งออกจะต้องคัดเลือกจากระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซนต์ โดยยิงลำแสงอินฟราเรดในช่วงเวลา 7 วินาที เข้าไปตกกระทบกับผลมะม่วงแล้วสะท้อนเข้าเครื่อง จากนั้นเครื่องจะแสดงผลเป็นตัวเลข หากมะม่วงมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ระหว่าง 7 - 13 %Brix และน้ำหนักแห้งมากกว่า 16 - 19 เปอร์เซนต์ แสดงว่ามะม่วงผลนั้นมีระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซนต์ โดยเครื่อง NIR Spectrometer แบบพกพา สามารถสร้างกรรมวิธีเทียบมาตรฐานสำหรับทำนายปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%Brix) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Coefficient of correlation, R) = 0.8125 และสามารถสร้างกรรมวิธีเทียบมาตรฐานสำหรับทำนายเปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง (DM) ได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Coefficient of correlation, R) = 0.8881

**ภาพ 3 การกระจายตัวของค่า %Brix และค่า DM ของมะม่วงที่ถูกเก็บเกี่ยว
ในขณะที่มีระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซนต์**



ข้อแนะนำการใช้เครื่อง Near Infrared Spectroscopy

1. ระวังไม่ให้เครื่องตกกระทบอย่างรุนแรง เพราะจะส่งผลต่อหลอดไฟกำเนิดแสง
2. ก่อนใช้ต้องเช็คเลนส์ให้สะอาด
3. ควรชาร์จแบตเตอรี่ให้พร้อมใช้งานทุกเมื่อ
4. สมการที่ใช้มีความจำเพาะแต่ละชนิดของผลไม้ เช่น สมการมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองใช้ได้เฉพาะกับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ไม่สามารถใช้กับมะม่วงสายพันธุ์อื่นได้
5. สภาพที่ใช้ในการสร้างสมการต้องเหมือนกับสภาพที่ใช้จริง เช่น อุณหภูมิขณะวัดต้องเหมือนกันกับอุณหภูมิขณะสร้างสมการ เป็นต้น
6. หากมีการเปลี่ยนยี่ห้อหรือรุ่นของเครื่อง จะต้องทำการสร้างสมการใหม่ทุกครั้ง

เทคโนโลยีการฉายรังสี : ทางเลือกสำหรับขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว

2

ดร. สุวิมล เจตะวัฒนะ

บทนำ

ผู้ประกอบการส่งออกหรือนำเข้าผลไม้ล้นทะราบดีว่า ผลไม้เป็นสินค้าที่มีอายุสั้น และผลไม้แต่ละชนิดก็จะมีวิธีการดูแลเก็บรักษาแตกต่างกันไป ผู้ประกอบการจึงต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้เป็นอย่างดี เพื่อให้ผลไม้ของตนมีคุณภาพดีอยู่ได้นานที่สุดและเป็นที่พอใจของผู้บริโภค แต่การส่งผลไม้เข้าไปจำหน่ายในแต่ละประเทศ ผู้ส่งออกก็ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดหรือระเบียบของประเทศนั้น ๆ อย่างเช่น มีข้อกำหนดว่า ผลไม้สด 7 ชนิดจากประเทศไทยที่จะส่งไปจำหน่ายยังสหรัฐอเมริกาจะต้องผ่านการฉายรังสี ข้อกำหนดนี้อาจทำให้ผู้ประกอบการเกิดความสงสัยและตั้งคำถามว่าทำไมจึงต้องมีการฉายรังสีผลไม้ เทคโนโลยีการฉายรังสีจะช่วยให้บรรลุเป้าหมายการส่งออกผลไม้ได้อย่างไร มีเครื่องฉายรังสีแบบไหนที่สามารถใช้ได้ และมีมาตรการ กฎระเบียบอะไรรองรับและกำหนดไว้ที่ไหน อย่างไรบ้าง หรือหากต้องการฉายรังสีผลไม้จะต้องเริ่มต้นอย่างไร เนื้อหาที่จะกล่าวต่อไปนี้จะ เป็นรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการฉายรังสี ในการป้องกันและลดการสูญเสียผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้สามารถส่งผลไม้สดเข้าสหรัฐอเมริกาได้

1. เทคโนโลยีการฉายรังสี

ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ จำนวนมากเพื่อการผลิตและแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร แต่สิ่งที่ยังคงอยู่แม้จะมีการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นก็คือ ปัญหาจากการที่ผู้บริโภคส่วนหนึ่งมีความกังวลเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากอาหารและการใช้สารเคมีในอาหาร ปัญหาที่มาจากความสูญเสียปริมาณมากภายหลังการเก็บเกี่ยวจากการเข้าทำลายของแมลง การปนเปื้อนและการทำลายจากจุลินทรีย์ รวมไปถึงปัญหาจากกฎระเบียบที่เข้มงวดเกี่ยวกับคุณภาพและการกักกันสินค้าจากต่างประเทศในส่วนที่เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ปัญหาเหล่านี้หากไม่ได้รับการแก้ไข อาจนำไปสู่ปัญหาอื่นตามมาอย่างต่อเนื่องในภายหลัง ที่ร้ายแรงที่สุด คือ ไม่สามารถจำหน่ายหรือส่งออกสินค้านั้นได้อีก เทคโนโลยีการฉายรังสีจึงเป็นทางเลือกทางหนึ่งที่มีศักยภาพน่าสนใจในการช่วยแก้ปัญหาเหล่านั้นได้

การฉายรังสีอาหาร (Food Irradiation) เป็นกระบวนการนำอาหารที่ได้บรรจุภาชนะหรือหีบห่อที่เหมาะสมแล้ว ไปผ่านรังสีชนิดก่อกำเนิดไอออนในห้องกำบังรังสี ในปริมาณรังสีที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการฉายรังสี เช่น เพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เพื่อยืดอายุการเก็บและควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อน เพื่อทำลายตัวหนอนและกำจัด

แมลงที่เจาะกินอาหารประเภทเมล็ดพืชและผลไม้บางชนิด เพื่อยับยั้งการงอกของอาหารบางประเภทระหว่างการเก็บรักษา หรือใช้ทำให้อาหารปลอดเชื้อจนเก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องแช่เย็น

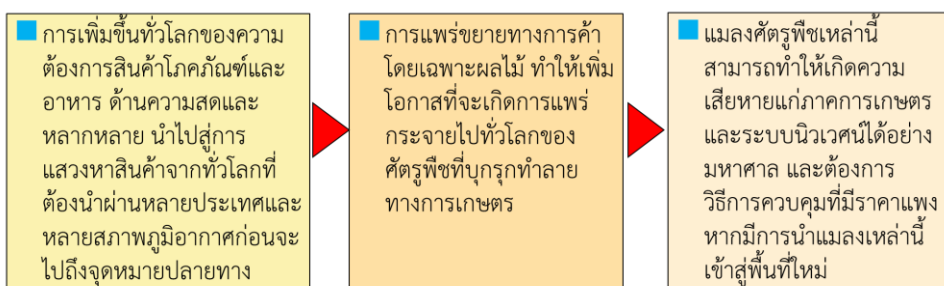
การฉายรังสีอาหารเป็นกระบวนการที่ไม่ใช้ความร้อน (non-thermal process) โดยพลังงานจากต้นกำเนิดรังสีจะถูกส่งผ่านผลิตภัณฑ์และไม่ทำให้มีรังสีตกค้างในผลิตภัณฑ์ จึงไม่ทำให้คุณสมบัติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป เช่น ผลไม้ที่ผ่านการฉายรังสีจะยังคงมีความชุ่มฉ่ำเหมือนเดิม เนื้อสดและเนื้อแข็งสามารถนำมาฉายรังสีได้โดยไม่จำเป็นต้องทำให้สุก พลังงานที่ถูกดูดกลืนโดยอาหารเรียกว่า ปริมาณรังสีดูดกลืน (absorbed dose) มีหน่วยเป็น เกรย์ (gray) ชนิดของรังสีที่อนุญาตให้ใช้ได้กับอาหาร ได้แก่ รังสีแกมมา รังสีอิเล็กซ์ และรังสีอิเล็กตรอน

อาหารฉายรังสีมีความปลอดภัย และได้รับการพิสูจน์อย่างละเอียดถี่ถ้วนมากกว่าวิธีการอื่นที่ใช้กับอาหาร ทั้งยังไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษทางด้านจุลชีววิทยาและปัญหาทางโภชนาการ จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการถนอมอาหารจากหน่วยงานทั่วโลก เช่น WHO FAO FDA และสมาคมทางการแพทย์ของประเทศต่าง ๆ

อย่างไรก็ดี การนำอาหารมาฉายรังสี มีสิ่งที่ต้องพิจารณาร่วมด้วยเสมอ เช่น ยังคงต้องมีสุขอนามัยที่ดีและใช้การปฏิบัติที่ดีในการผลิต การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ต้องรักษาสุขอนามัยของอาหารได้ การแช่เย็นยังคงจำเป็นสำหรับการเก็บเนื้อ ไข่ ปลา และการปรับปรุงสภาพบรรยากาศในการเก็บอาจจำเป็นสำหรับผัก/ผลไม้บางชนิด อีกทั้งรังสีไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวหรือมีไขมันเป็นส่วนประกอบมาก เช่น นม เพราะอาจทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัส (กลิ่น) เสียไป และอาจมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้บางชนิดนิ่มลง ไม่กรอบ เช่น สาลี่ แอปเปิล

2. มาตรการสุขอนามัยพืชในการส่งออกสินค้าเกษตร

การปฏิบัติเพื่อสุขอนามัยของผลไม้ (Phytosanitary treatment of fruits) มีที่มาจากการเพิ่มขึ้นของตลาดทั่วโลกถึงความต้องการสินค้าและอาหารที่มีทั้งความสดและความหลากหลาย และนำไปสู่การแสวงหาสินค้าจากทั่วโลกที่ต้องขนส่งผ่านหลายประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันจะไปถึงจุดหมายปลายทาง การแพร่ขยายทางการค้าโดยเฉพาะผลไม้ ทำให้เพิ่มโอกาสที่จะเกิดการแพร่กระจายไปทั่วโลกของศัตรูพืชที่บุกรุกทำลายทางการเกษตร แมลงศัตรูพืชเหล่านี้เมื่อฟักเป็นตัวสามารถทำให้เกิดความเสียหายแก่ภาคการเกษตรและระบบนิเวศน์ได้อย่างมาก และต้องการวิธีการควบคุมที่มีราคาแพงหากมีการนำแมลงเหล่านี้เข้าสู่พื้นที่ใหม่ที่ไม่เคยมีการระบาดมาก่อน



ในหลายประเทศจึงมีการกำหนดแนวทางเพื่อจัดการความเสี่ยงของศัตรูพืชที่มีโอกาสติดเข้ามาจากการนำเข้าสินค้าเกษตรโดยเฉพาะผักและผลไม้สด ที่มักตรวจพบไข่หรือหนอนมีชีวิตของแมลงติดมาด้วย เรียกว่า **มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช** หรือ Sanitary and Phytosanitary (SPS) Measures มาตรการนี้มีความจำเป็นสำหรับการป้องกันการแพร่กระจายของแมลงศัตรูพืชที่ติดไปกับสินค้าเกษตรในการส่งไปขายทั่วโลก ใช้ในการจำกัดการนำเข้าสินค้าเกษตรเพื่อปกป้องและคุ้มครองชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ พืช และสัตว์ภายในประเทศของตนเอง ในด้านที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการบริโภคหรือเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ติดมากับพืช สัตว์และผลิตภัณฑ์ รวมทั้งสารเจือปนในอาหาร สารพิษหรือจุลินทรีย์ที่เป็นพาหะของโรค และป้องกันการแพร่พันธุ์ของแมลงในพื้นที่ปลายทาง ทั้งนี้การกำหนดระดับความปลอดภัยและการตรวจสอบมาตรฐานสินค้านำเข้าจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศและตั้งอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนอย่างเชื่อถือได้ ไม่ปกป้องเกินความจำเป็น และไม่เป็นไปเพื่อการกีดกันและกีดกันทางการค้าโดยซ่อนเร้น แต่เป็นไปเพื่อการยกระดับคุณภาพความปลอดภัยของผลไม้นำเข้าส่งออกระหว่างสองประเทศ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับกรณีพบปัญหาการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดได้ หากผู้ส่งออกไม่ดำเนินการให้เป็นไปตามข้อกำหนดนี้ สินค้าผลไม้เหล่านั้นจะถูกส่งกลับหรือนำไปทำลายทิ้ง หรือกรณีที่พบปัญหาร้ายแรง เช่น ตรวจพบศัตรูพืชกักกัน ประเทศปลายทางจะมีการแจ้งเตือนมายังประเทศผู้ส่งออก เพื่อให้ตรวจสอบหาสาเหตุของปัญหาและมาตรการปรับปรุงแก้ไข

ชนิดของการปฏิบัติเพื่อสุขอนามัยประกอบไปด้วยการควบคุมด้วยวิธีทางกายภาพ และการควบคุมด้วยวิธีทางเคมี ทั้งนี้ วิธีการใด ๆ ที่เลือกใช้นั้นจะต้องให้ความมั่นใจได้ว่ามีประสิทธิภาพสูงมากกว่า 99.99%

การควบคุมด้วยวิธีทางกายภาพ

- Exposure to sun rays
- Various heat treatments
- Hot water dips
- Cold treatment
- Quick freezing
- Radio frequency heating
- Irradiation (การฉายรังสี)
- Etc.

การควบคุมด้วยวิธีทางเคมี

- Methyl bromide (CH_3Br)
- Fumigation
- Fumigation + cold treatment
- Fumigation + refrigeration
- Controlled atmosphere + high temperature
- Etc.

3. การฉายรังสีเพื่อมาตรการสุขอนามัยพืช

การฉายรังสีเพื่อมาตรการสุขอนามัยพืช (Phytosanitary treatment using irradiation) มีความเป็นมาเริ่มจากนักวิจัยรุ่นบุกเบิกสังเกตพบว่าการฉายรังสีปริมาณต่ำ สามารถทำให้ประชากรแมลงเป็นหมันได้ ต่อมาเทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้พัฒนาเป็นเทคนิคการทำหมันแมลง (Sterile Insect Techniques: SIT) ที่ใช้กันทั่วไปในการควบคุมประชากรแมลงศัตรูพืช จนกระทั่ง

การส่งออกผลไม้ฉายรังสีเพื่อการค้าเป็นครั้งแรกได้มีขึ้นในปี 1986 เมื่อมะม่วงฉายรังสีจากเปอร์โตริโกถูกส่งไปยังฟลอริดาเพื่อการทดลอง ตามรายละเอียดดังนี้

- 1986 หน่วยงานอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (US FDA) อนุมัติการฉายรังสีผักและผลไม้สำหรับควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลง
- 1989 อนุมัติให้มะละกอจากฮาวายเป็นผลไม้ชนิดแรกที่ได้รับการฉายรังสีเพื่อสุขอนามัยพืช
- 1995 ผลผลิตจากฮาวายถูกส่งไปยังแผ่นดินใหญ่สหรัฐด้วยการอนุญาตเป็นการพิเศษเพื่อการค้า
- 1996 หน่วยงาน United States Department of Agriculture: Animal and Plant Health Inspection Service (USDA APHIS) อนุมัติมาตรการฉายรังสีเพื่อสุขอนามัยพืช เพื่อต่อต้านแมลงวันผลไม้ในสินค้าชนิดอื่น
- APHIS กำหนดวิธีการปฏิบัติ (treatments) ในการฉายรังสีต้องได้รับปริมาณรังสีดูดกลืนอยู่ในช่วง 60 – 400 เกรย์
- FDA จำกัดปริมาณรังสีที่ฉายผักและผลไม้ไม่เกิน 1,000 เกรย์
- ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการฉายรังสี จะต้องติดเครื่องหมาย RADURA

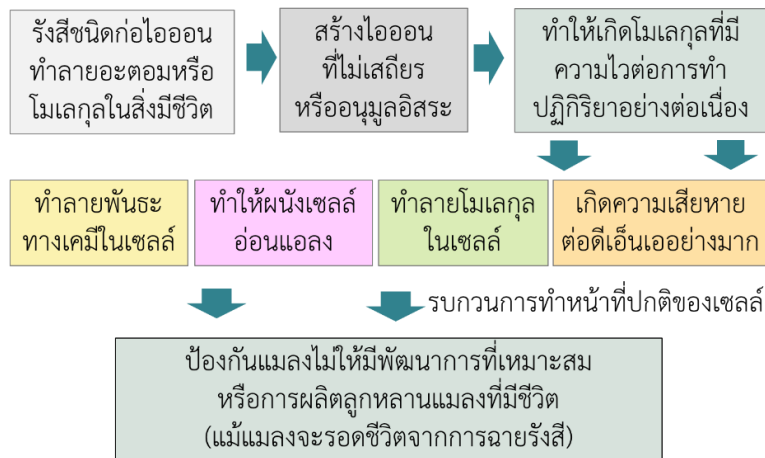
การฉายรังสี เป็นกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่สามารถใช้ได้กับผัก (เช่น มะเขือเทศ พริกตุ้ม) และผลไม้หลายชนิด (เช่น มะม่วง แก้วมังกร ลำไย มังคุด เงาะ และเชอรี่) โดยที่รสชาติและคุณค่าทางโภชนาการของผักและผลไม้เหล่านั้นยังคงไม่เปลี่ยนแปลง มีข้อดีหลายประการ

- | | |
|---|---|
| 1. เป็นวิธีการปฏิบัติที่ใช้กันทั่วโลก | 6. สามารถฉายรังสีได้ทุกอุณหภูมิ |
| 2. เป็นกระบวนการที่รวดเร็ว | 7. เป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลอย่างกว้างขวาง |
| 3. ผลิตภัณฑ์มีความทนรังสีได้ดี | 8. ไม่ทำให้เกิดความดื้อต่อรังสีในแมลงศัตรูพืช |
| 4. มีค่าใช้จ่ายที่สามารถแข่งขันได้ | 9. แมลงที่มีชีวิตอาจติดไปได้แต่จะเป็นหมัน |
| 5. เหมาะกับผลิตภัณฑ์บรรจุหีบห่อพร้อมขนส่ง | 10. ช่วยยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ |

ปัจจุบันมะม่วงที่ส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศมีหลายวิธี เช่น การอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 47 °C เป็นเวลา 20 นาที เพื่อกำจัดไข่แมลงวันผลไม้ การแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดความเสียหายจากโรคแอนแทรกคโนส ในสหรัฐอเมริกากำหนดให้มีการฉายรังสีกับผลไม้ที่นำเข้าทุกชนิด ปริมาณรังสีที่ใช้มีผลต่อแมลงในแต่ละกลุ่มดังนี้

ปริมาณรังสี (เกรย์)	ความสามารถในการควบคุมแมลง
150	ควบคุมแมลงวันผลไม้
200	ควบคุมผีเสื้อกลางคืน
300	ควบคุมด้วงวงเงาะเมล็ด
400	ควบคุมเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้ง

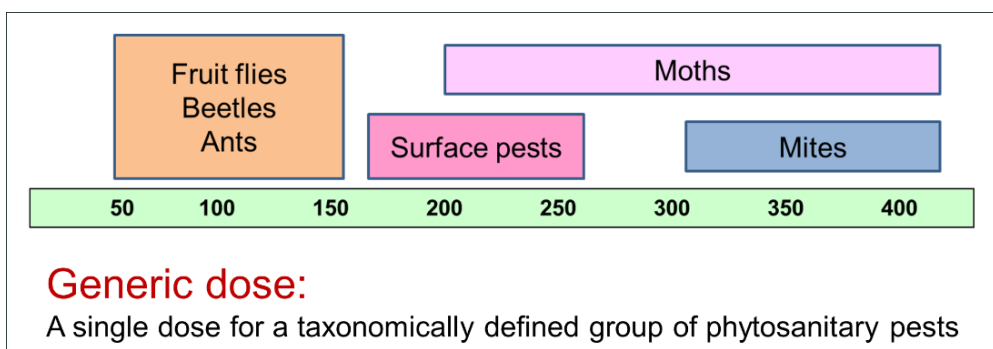
รังสีมีผลต่อแมลงศัตรูพืชอย่างไร แสดงรายละเอียดโดยย่อในแผนภูมิได้ดังนี้



คำถามต่อมาคือ การกำหนดปริมาณรังสีเพียงปริมาณเดียว จะเพียงพอต่อประสิทธิภาพการป้องกันไม่ให้ไข่แมลงที่ติดไปกับผลไม้ฟักเป็นตัวได้หรือไม่ เนื่องจากวงจรชีวิตของแมลงมีสองแบบ คือ การเจริญเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete metamorphosis) และการเจริญแบบเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Complete metamorphosis) ความสำเร็จที่จะได้รับจากการฉายรังสีจะขึ้นกับปัจจัยต่อไปนี้

1. ความไวต่อรังสีจะแตกต่างกันไปตามชนิดของแมลง
2. ความแตกต่างของความไวต่อรังสีขึ้นกับระยะการพัฒนาของแมลง
3. ปริมาณออกซิเจนต่ำมีผลต่อประสิทธิภาพของรังสี

โดยทั่วไปปริมาณรังสีที่ใช้ควบคุมกำจัดแมลงแต่ละกลุ่มจะไม่เท่ากัน แต่เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งาน จึงได้มีการกำหนดปริมาณรังสีขึ้นสำหรับใช้งานกับแมลงที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า genetic dose



ที่มา : Peter A. Follett

4. ผลของการฉายรังสีต่อคุณภาพมะม่วง

มะม่วงทั่วไปสามารถทนต่อรังสีแกมมาได้ถึง 1,000 เกรย์ ยกเว้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง เพราะรังสีปริมาณสูงจะทำให้ความแน่นเนื้อลดต่ำลง นอกจากนี้ ระยะเก็บเกี่ยวมะม่วงที่เหมาะสมกับการฉายรังสีจะขึ้นกับชนิดของมะม่วง เนื่องจากมะม่วงที่อ่อนกว่าระยะที่กำหนดเมื่อผ่านการฉายรังสีแล้วจะทำให้เกิดการชะลอการพัฒนาภายในผล เมื่อเดินทางไปถึงประเทศปลายทางจะทำให้มะม่วงไม่สุกและมีรสเปรี้ยว ส่วนมะม่วงที่สุกเกินระยะที่เหมาะสมดังกล่าวเมื่อผ่านการฉายรังสีและขนส่งมาถึงประเทศปลายทาง จะทำให้มะม่วงมีสภาพที่สุกเกินไปและเน่าเสียได้ง่าย หากมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตและใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่ดีพอจะส่งผลให้มะม่วงสุกเกิดรอยช้ำ โดยเฉพาะเมื่อผ่านการฉายรังสีรอยช้ำดังกล่าวจะมีสีเข้มอย่างชัดเจนโดยเฉพาะในเนื้อมะม่วง

ผลการศึกษาบางส่วนที่มีผู้รายงานไว้ เช่น การฉายรังสีมีผลต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงภายในผลผลิต พบว่าการฉายรังสี 1,000 เกรย์ กับมะม่วงสายพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 หนึ่งกลางวัน อกร่อง และแรต พบว่าไม่มีผลเสียต่อลักษณะที่ปรากฏภายนอกและรสชาติ ยกเว้นในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ฉายรังสีที่ 300 เกรย์ หรือสูงกว่า 300 เกรย์ จะทำให้ผิวเกิดจุดสีน้ำตาล มะม่วงพันธุ์ B74 ที่ผ่านการล้างทำความสะอาด นำไปเก็บรักษาที่ 18 °C ทันทีก่อนนำมาฉายรังสี จะทำให้ผิวมะม่วงเกิดความเสียหาย ทำให้สีผิวเปลี่ยนไป แต่ถ้าเก็บเกี่ยวผลมะม่วงและนำมาฉายรังสีโดยไม่ผ่านการล้างทำความสะอาด หรือขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าผลมะม่วงจะได้รับความเสียหาย (Hofman et al., 2009) นอกจากนี้ ปริมาณรังสีแกมมาที่มากขึ้นส่งผลให้ความแน่นเนื้อของผลลดลงภายหลังการฉายรังสี โดยพบว่าปริมาณ pectin ลดลง (Wang et al., 1993) และยังมีผลต่อการเกิดอาการสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงพันธุ์ Kent (Frylinck et al., 1987)

การใช้รังสีเพื่อชะลอการสุกของมะม่วงอกร่อง ที่ปริมาณ 400 – 600 เกรย์รวมกับการจุ่มน้ำร้อน 50 °C นาน 3 นาทีและเก็บที่ 12 °C เก็บได้นาน 35 วัน ชะลอการสุกได้ 7 วัน มะม่วงทองคำ ฉายรังสีที่ปริมาณ 600 กิโลเกรย์ เก็บที่ 17 °C เก็บได้นาน 25 วัน ชะลอการสุกได้นาน 4 วัน การใช้รังสี (0.5, 0.75, 1.0 และ 1.5 กิโลเกรย์) รวมกับการจุ่มน้ำร้อนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาในมะม่วงพันธุ์ Zebda ของอียิปต์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 12 °C (El-Samahy et al., 2000) จากการศึกษาของ Sabato et al. (2009) มะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins หลังจากการจุ่มน้ำร้อน (41.6 °C เวลา 110 นาที) และฉายรังสีแกมมา (0.4 หรือ 1 กิโลเกรย์) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 11 °C เป็นระยะเวลา 10 วัน หลังจากนั้นวางไว้ในอุณหภูมิห้อง (22 °C) เป็นเวลา 12 วัน พบว่าผลมะม่วงที่ฉายรังสีมีผลต่อการบริบูรณ์ของผลมะม่วงและลดการเกิดโรคเชื้อราเน่าระหว่างการเก็บรักษา มะม่วงที่ฉายรังสีที่ 1 กิโลเกรย์ พบว่าผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อและคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสน้อยกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้รังสีแกมมาในระดับต่ำ (1 กิโลเกรย์) มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันผลไม้ และการใช้น้ำร้อนยังสามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนส และลำต้นเน่า (Spalding and Reeder, 1986) จากการศึกษาของ Janave and Sharma (2005) พบว่า การใช้รังสีแกมมาในระดับต่ำ (100 เกรย์) สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ Alfonso ที่อุณหภูมิห้อง (28 - 32 °C) ระยะเวลา 5 – 6 วันได้ แต่ถ้าใช้รังสีแกมมาที่ปริมาณสูงขึ้น

(200 เกรย์) จะสามารถยืดอายุได้นาน 8 – 10 วัน การศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ปริมาณรังสีที่เหมาะสมร่วมกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาสำหรับมะม่วงแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน

5. สถานะการฉายรังสีเพื่อมาตรการสุขอนามัยพืชทั่วโลก

ผักและผลไม้สดที่เข้าสู่ตลาดโลกและถูกนำมาฉายรังสีมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืชที่สามารถสร้างความเสียหายต่อภาคการเกษตรของประเทศผู้นำเข้า ประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ได้แก่ เม็กซิโก ออสเตรเลีย และเวียดนาม ส่วนประเทศผู้นำเข้าที่มีมาตรการฉายรังสีผลไม้ ได้แก่ นิวซีแลนด์และสหรัฐอเมริกา

ปัจจุบัน ทั่วโลกจำกัดปริมาณรังสีที่ฉายผักและผลไม้ไม่เกิน 1,000 เกรย์ (1 กิโลเกรย์) แต่การใช้ปริมาณรังสีที่มากกว่า 1,000 เกรย์นี้กำลังถูกนำมาพิจารณาอีกครั้ง และหาข้อมูลสนับสนุนว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ รวมไปถึงการพิจารณาเพิ่มระดับสูงสุดของพลังงานจากเครื่องฉายเอกซเรย์ที่อนุญาตให้ใช้กับอาหารให้มากกว่า 5 MeV ดังที่จำกัดอยู่ในปัจจุบัน

6. สิ่งสำหรับผู้ประกอบการควรทราบในการฉายรังสีผลไม้

สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงเมื่อต้องการฉายรังสีผลไม้เพื่อการส่งออกไปยังประเทศใดประเทศหนึ่ง

1. กฎ ระเบียบและข้อกำหนดในการนำเข้าของประเทศต่าง ๆ เช่น ชนิดของผลไม้ที่อนุญาต ชนิดของรังสีและปริมาณรังสีที่อนุญาตให้ใช้ การประสานงานกับ cooperator รวมไปถึงเงื่อนไขพิเศษสำหรับการนำเข้า
2. เอกสารประกอบที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกผลไม้ฉายรังสี
3. การตรวจและออกใบรับรองสุขอนามัยพืช (Phytosanitary Certificate) ให้กับพืชและผลผลิตพืช เพื่อส่งออกไปยังประเทศ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง และปริมาณการสุ่มตัวอย่าง
4. การประสานงานกับโรงงานฉายรังสี เลขรหัสประจำแหล่งผลิต (Production Unit Code: PUC) และ รหัสโรงคัดบรรจุ (Packing House Code: PHC) และวันหมดอายุ
5. แมลงศัตรูพืช รวมไปถึงความทนทานของแมลงศัตรูพืช
6. ตรวจสอบความเข้ากันได้ของรังสีกับผลไม้ชนิดนั้น ๆ เพื่อคุณภาพที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงไป และอายุการเก็บที่เหมาะสม
7. หลักการเบื้องต้นในการวัดการกระจายของรังสีในผลิตภัณฑ์ (Dose-mapping)
8. การเลือกใช้หีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ทนต่อสภาพการขนส่งเพื่อป้องกันไม่ให้ผลไม้ภายในเสียหาย
9. การสร้างคู่มือและวิธีการมาตรฐานในการบริหารจัดการผลไม้เพื่อรับการฉายรังสี
10. ความรู้เกี่ยวกับ ฐานข้อมูลของผู้นำเข้าและส่งออกผลไม้ของแต่ละประเทศ มาตรฐานสากลระหว่างประเทศ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับผลไม้ที่ผู้นำเข้าอาจสอบถาม

ขั้นตอนทั่วไปในการฉายรังสีผลไม้

1. เตรียมผลไม้ผ่านขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่พร้อมสำหรับการขนส่งไปโรงงานฉายรังสี
2. ผลไม้ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้วจะถูกนำมาจัดเรียงในตู้ใส่ผลิตภัณฑ์สำหรับนำเข้าฉายรังสี โดยติดเครื่องวัดปริมาณรังสี (dosimeter) ไว้ด้านข้างตู้
3. ฉายรังสีผลไม้ตามปริมาณที่กำหนด โดยควบคุมปริมาณรังสีที่ได้รับด้วยกระบวนการควบคุมคุณภาพตามมาตรฐานสากล
4. ตรวจสอบปริมาณรังสีตกกลืนในบรรจุภัณฑ์
5. เก็บผลิตภัณฑ์ที่ผ่านรังสีไว้ตามอุณหภูมิที่กำหนดเพื่อการขนส่งไปยังประเทศปลายทาง

7. กฎหมายอาหารฉายรังสีของประเทศไทย

ประเทศไทยมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอาหารฉายรังสีเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2515 และได้มีการปรับปรุงแก้ไขข้อกำหนดบางประการของกฎหมายฉบับเดิมเรื่อยมา เพื่อให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับข้อกำหนดการฉายรังสีอาหารในระดับสากลและเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้ามากขึ้น โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ของประเทศเป็นสำคัญ ในปัจจุบัน กฎหมายที่ประกาศใช้ได้แก่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารฉายรังสี ฉบับที่ 325 พ.ศ. 2553 เริ่มมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2553 ชนิดของรังสีที่ใช้ต้องได้จากแหล่งของรังสีที่เป็นต้นกำเนิดดังต่อไปนี้

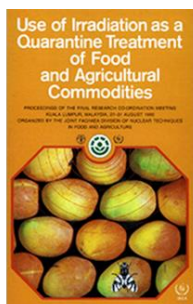
- 1) รังสีแกมมาจากเครื่องฉายรังสีที่มีโคบอลต์-60 (^{60}Co) หรือซีเซียม-137 (^{137}Cs) หรือ
- 2) รังสีเอกซจจากเครื่องผลิตรังสีเอกซที่ทำงานด้วยระดับพลังงานที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์หรือ
- 3) รังสีอิเล็กตรอน จากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนที่ทำงานด้วยระดับพลังงานที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์

วัตถุประสงค์ของการฉายรังสี และปริมาณรังสีตกกลืนสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ได้ ระบุไว้ในบัญชีหมายเลข 2 แนบท้ายประกาศ

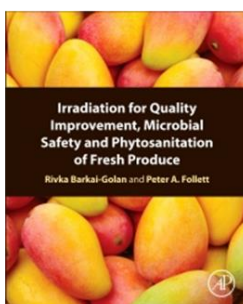
ลำดับ ที่	วัตถุประสงค์ของการฉายรังสี	ปริมาณรังสีตกกลืน สูงสุด (กิโลเกรย์)
1	ยับยั้งการงอกระหว่างการเก็บรักษา (Delay of sprouting)	1
2	ชะลอการสุก (Delay of ripening)	2
3	ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลง (Control of insects)	2
4	ลดปรสิต (Control of parasites)	4
5	ยืดอายุการเก็บรักษา (Extension of shelf life)	7
6	ลดปริมาณจุลินทรีย์และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	10

สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันมีผลไม้ที่สหรัฐอเมริกาอนุญาตให้นำเข้า 7 ชนิด ตามขอ ตกลง Frame Work of Equivalency Work Plan : FEWP ได้แก่ ลิ้นจี่ ลำไย มะม่วง มังคุด สับปะรด เงาะ และแก้วมังกร ต้องผ่านการทำ treatment ด้วยการฉายรังสีที่ความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 400 เกรย์ ตามระเบียบการนำเข้าผักและผลไม้ของอเมริกา หากมีการฉายรังสีนอกประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ละ shipment จะต้องได้รับการตรวจรับรองล่วงหน้าตามโปรแกรม (Preclearance Program) โดยเจ้าหน้าที่ APHIS/ USDA รวมกับเจ้าหน้าที่ของไทยเพื่อตรวจรับรองและออกใบรับรองสุขอนามัยพืช ซึ่งสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (สอพ.) รับผิดชอบในการดำเนินการออกใบรับรองสุขอนามัยพืช

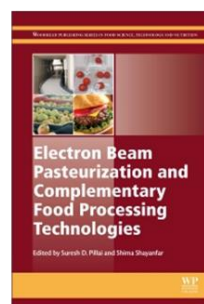
8. แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม



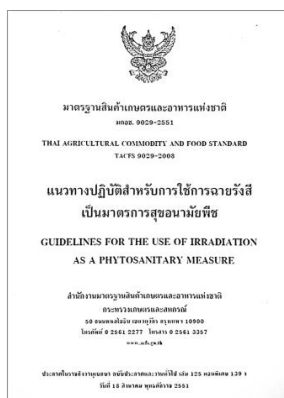
■ Use of Irradiation as a Quarantine Treatment of Food and Agricultural Commodities, Proceedings of the Final Research Co-ordination Meeting, Kuala Lumpur, Malaysia, 27 – 31 August 1990



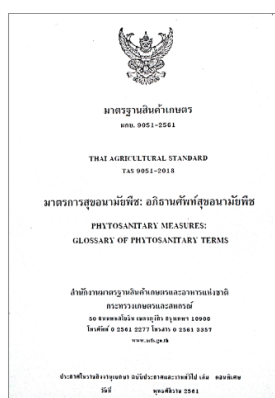
■ Irradiation for quality improvement, microbial safety, and phytosanitation of fresh produce. Edited by Rivka Barkai-Golan and Peter A. Follett, 2017. Academic Press, UK, 286 pp.



■ Electron beam pasteurization and complementary food processing technologies. Edited by Suresh D. Pillai and Shima Shayanfar, 2015. Woodhead Publishing, UK, 324 pp.



มกษ. 9029-2551
แนวทางปฏิบัติสำหรับการใช้
การฉายรังสีเป็นมาตรการสุขอนามัยพืช



มกษ. 9051-2561
มาตรการสุขอนามัยพืช:
อภิธานศัพท์สุขอนามัยพืช



เครื่องหมาย RADURA

สัญลักษณ์สากลที่แสดงถึงผลิตภัณฑ์อาหารนั้นผ่านการฉายรังสี

แนวทางการปฏิบัติของเกษตรกร โรงคัดบรรจุ และผู้ส่งออกที่ต้องการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง



ผศ. ดร. พีระศักดิ์ ฉายประสาท

บทนำ

การส่งออกมะม่วงไปต่างประเทศ เป็นงานที่ต้องอาศัยการประสานงานจากหลายฝ่าย แต่ละฝ่ายก็จะมีแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม เพื่อให้สอดคล้องกับกฎระเบียบหรือข้อบังคับที่กำหนดไว้โดยหน่วยงานทั้งภายในประเทศและหน่วยงานของประเทศปลายทางที่ต้องการส่งสินค้าไป ผู้เกี่ยวข้องที่จะกล่าวถึงในที่นี้ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วง ผู้ประกอบการส่งออก และโรงคัดบรรจุ

1. แนวทางการปฏิบัติของเกษตรกร

เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงต้องเป็นสวนผลไม้ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนและรับรองระบบวิธีปฏิบัติที่ดีทางการเกษตร (Good Agricultural Practices; GAP) จากกรมวิชาการเกษตร 90 วัน ก่อนเริ่มฤดูส่งออก และต้องเป็นสวนที่อยู่ในแหล่งผลิตที่กรมวิชาการเกษตรรับรองเกษตรกรทำการบันทึกข้อมูลประจำสวนผลไม้ ได้แก่

- ชื่อและที่อยู่ของสวนผลไม้ (เพื่อประโยชน์ในการลงทะเบียนสวนผลไม้)
- แผนผังแปลงปลูกผลไม้แต่ละชนิดในบริเวณสวนเนื้อที่เพาะปลูก
- เนื้อที่ให้ผลผลิต
- ปริมาณผลผลิต
- ช่วงฤดูเก็บผลไม้แต่ละชนิด ทั้งในฤดูกลและนอกฤดูกล
- ข้อมูลการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ แต่ละชนิดอย่างละเอียด
- บันทึกการจัดการและควบคุมแมลงวันผลไม้ (เช่น การติดตั้งกับดักแมลง การห่อผล)
- บันทึกการส่งผลไม้ให้แก่ผู้ส่งออกและโรงคัดบรรจุผลไม้
- ต้องเก็บเกี่ยวมะม่วงตามอายุที่เหมาะสมต่อการฉายรังสีแกมมา

โดยใบรับรองแหล่งผลิตพีซีซี จะมีอายุ 2 ปี

2. แนวทางการปฏิบัติของผู้ส่งออกหรือโรงคัดบรรจุ

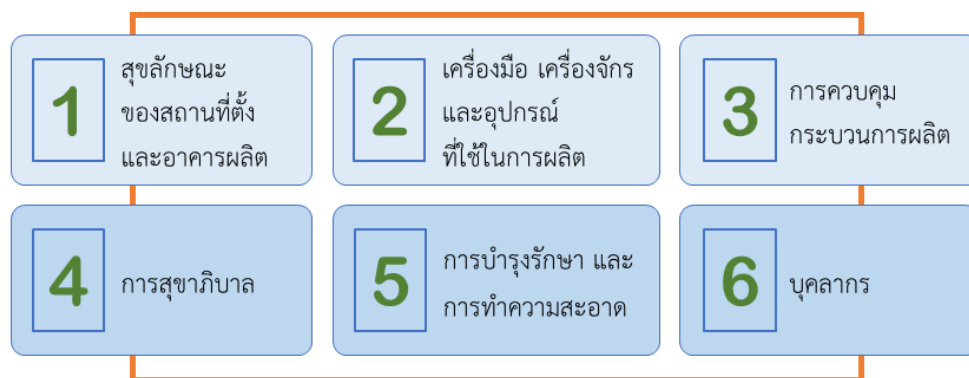
โรงคัดบรรจุผลไม้จำเป็นต้องผ่านการรับรองระบบหลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิต (Good Manufacturing Practices; GMP) และขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร เพื่อกำหนดรหัสประจำตัวของโรงคัดบรรจุ (Packing House Code; PHC) โดยภายในโรงคัดบรรจุควรมีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

- ต้องมีการป้องกันภัยจากแมลงศัตรูพืชที่มีชีวิตตามระบบ GMP
- ต้องมีระบบการจัดการคัดแยกผลไม้ที่ไม่ต้องการส่งออกและนำออกจากโรงคัดบรรจุผลไม้ทุกวัน
- ผลไม้ต้องบรรจุอยู่ในภาชนะหรือกล่องที่สามารถป้องกันศัตรูพืชก่อนส่งไปยังโรงฉายรังสี เช่น กล่องกระดาษลูกฟูกที่ติดตาข่ายไนลอนขนาด 30 เมตรต่อตารางนิ้ว บริเวณรูระบายอากาศต้องปิดผนึกกล่องอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันแมลงศัตรูพืชจากภายนอกเข้าไปเจาะและวางไข่ในผลไม้ที่บรรจุอยู่ภายในกล่อง
- โรงคัดบรรจุผลไม้ ควรสุ่มตัวอย่างกล่องผลไม้เพื่อตรวจสอบศัตรูพืชและสารเคมีตกค้าง เพื่อสร้างความมั่นใจว่า ผลไม้มีความปลอดภัยและปลอดศัตรูพืชทุกชนิด
- กล่องบรรจุผลไม้แต่ละกล่องต้องติดฉลากเครื่องหมายประจำล็อต (lot) ที่เกี่ยวข้องได้แก่ แหล่งผลิต และโรงคัดบรรจุ เพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้
- ต้องแยกเก็บผลไม้ที่จะฉายรังสีออกจากผลไม้อื่นที่ไม่ต้องการฉายรังสี
- ต้องบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบ การจัดการ และการบรรจุผลไม้ฉายรังสีในระบบ Standard Operating Procedures (SOP) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2550)

2.1 หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (good manufacturing; GMP)

หลักเกณฑ์ทั่วไปและวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร หรือ GMP เป็นเกณฑ์หรือข้อกำหนดขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการผลิตและควบคุมการผลิต เพื่อให้ผู้ผลิตปฏิบัติตามและทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย โดยเน้นการป้องกันและกำจัดความเสี่ยงใด ๆ ที่จะทำให้อาหารเป็นพิษเป็นอันตรายหรือเกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค โดยครอบคลุมปัจจัยทุกด้านที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่โครงสร้างอาคารขั้นพื้นฐาน ระบบการผลิตที่ดีกระบวนการผลิตที่มีความปลอดภัยและมีคุณภาพได้มาตรฐานทุกขั้นตอน นับตั้งแต่เริ่มต้นวางแผนการผลิต ระบบควบคุม บันทึกข้อมูล ตรวจสอบและติดตามผลคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ถึงมือผู้บริโภคอย่างมั่นใจ

ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับโรงงาน มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงและวิธีปฏิบัติที่เหมาะสม ดังนี้



1. สุขลักษณะของสถานที่ตั้งและอาคารผลิต

1.1 ที่ตั้งและสิ่งแวดล้อม จะต้องอยู่ในที่ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดยสถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบจะต้องสะอาด หลีกเลี่ยงสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสก่อให้เกิดการปนเปื้อนกับอาหาร เช่น แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ แมลง กองขยะ คอกปศุสัตว์ บริเวณที่มีฝุ่นมากบริเวณน้ำท่วมถึง หรือน้ำขังและสกปรก และไม่ควรใกล้แหล่งมีพิษ หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ผู้ผลิตจะต้องมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่บริเวณผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 อาคารผลิต ควรมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายต่อการบำรุงรักษาสภาพความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน

- ต้องแยกบริเวณผลิตอาหารออกเป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับที่อยู่อาศัยหรือที่ผลิตยา เครื่องสำอาง และวัตถุมีพิษ
- จัดให้มีพื้นที่เพียงพอที่จะติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการผลิตและแบ่งแยกพื้นที่ให้เป็นสัดส่วน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามจากวัตถุดิบสู่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
- ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต
- บริเวณเก็บวัตถุดิบ ภาชนะบรรจุ และสารเคมีต้องเป็นสัดส่วนไม่ปะปนกันมีชั้นหรือยกพื้นสูงเพื่อจัดวางอย่างเพียงพอ และไม่วางชิดผนัง พื้น ฝาผนัง และเพดาน ต้องทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทานไม่ชำรุด ผิวยเรียบ ไม่ดูดซับน้ำ พื้นมีความลาดเอียงสู่ทางระบายน้ำ มีการระบายน้ำได้ดี และระบบระบายอากาศและแสงสว่าง
- ควรมีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความชื้นหรือฝุ่นละอองจากการผลิต
- ควรจัดการให้มีแสงสว่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน การติดตั้งหลอดไฟ ควรมีฝาครอบได้หลอดไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้เศษแก้วจากหลอดไฟ ตกลงสู่อาหารที่กำลังผลิต หรือขนส่ง การป้องกันสัตว์และแมลง
- สำหรับช่องเปิดเข้าสู่อาคาร เช่น หน้าต่าง ช่องระบายอากาศ ควรมีการติดตั้งมุ้งลวดหรือตาข่ายที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ง่าย และทางเข้าออกอาคารผลิต ควรมีประตูทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อป้องกันสัตว์และแมลงเข้าสู่อาคารผลิต

2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

- เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารควรทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร ไม่เป็นพิษ ไม่เป็นสนิม แข็งแรง ทนทาน มีผิวสัมผัส และรอยเชื่อมเรียบ เพื่อง่ายในการทำความสะดวก ไม่กักคร่อน และไม่ควรถูกทำด้วยไม้ เนื่องจากไม้จะเกิดการเปื่อยขึ้นและเป็นแหล่งสะสมของเชื้อรา)
- จำนวนเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ ต้องมีอย่างเพียงพอ และเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในแต่ละประเภท เพื่อไม่ให้เกิดการล่าช้าในการผลิต อันอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตจนทำให้อาหารเน่าเสียได้ การแบ่งประเภทของภาชนะที่ใช้

ควรแยกภาชนะสำหรับใส่อาหาร ใส่ขยะหรือของเสีย สารเคมีและสิ่งที่ไม่ใช่อาหาร ออกจากกันอย่างชัดเจน

- การจัดเก็บอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว ควรแยกเก็บเป็นสัดส่วน อยู่ในสภาพที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้มีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่าง ๆ
- การออกแบบและการติดตั้ง ต้องคำนึงถึงการป้องกันการปนเปื้อนและใช้งานได้สะดวก
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ความร้อนควรสามารถเพิ่มหรือลดอุณหภูมิได้ตามต้องการและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่มีความแม่นยำสูง
- ไม่วางเครื่องจักรติดกับผนัง เพื่อให้่ายในการทำความสะดวกได้อย่างทั่วถึง และสะดวกต่อการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร
- โต๊ะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตต้องมีความสูงที่เหมาะสม

3. การควบคุมกระบวนการผลิต

3.1 วัตถุดิบ ส่วนผสม และภาชนะบรรจุ

- คัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดตามความจำเป็นและเก็บ รักษาภายใต้สภาวะที่ป้องกันการปนเปื้อนได้
- ควรจัดเก็บอย่างเป็นระบบ เพื่อสามารถนำวัตถุดิบที่ได้รับก่อนไปใช้ได้ตามลำดับก่อนหลัง
- หากจำเป็นต้องเก็บวัตถุดิบที่เน่าเสียง่ายเป็นเวลานานเกิน 4 ชั่วโมง ควรเก็บไว้ในที่เย็นเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย น้ำ น้ำแข็ง และไอน้ำที่สัมผัสกับอาหาร
- ต้องมีคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข และควรนำไปใช้ในสภาพที่ถูกต้องลักษณะ
- หากมีการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ ควรมีการควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเกิดการปนเปื้อนเข้าสู่วัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ เช่น มีการเปลี่ยนน้ำที่ใช้แช่ หรือล้างวัตถุดิบตามความเหมาะสมหรือไม่เกิน 4 ชั่วโมง

3.2 การผลิต การเก็บรักษา การขนย้าย และขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร

- ต้องดำเนินการภายใต้การควบคุมสภาวะที่ป้องกันการเสื่อมสลายของอาหาร และภาชนะบรรจุอย่างเหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น และต้องถูกสุขลักษณะเพื่อป้องกันการปนเปื้อน
- หากมีการใช้สารเคมีเติมลงไปในการอาหาร จะต้องควบคุมปริมาณสารเคมีไม่ให้เกินกว่าที่กฎหมายกำหนด
- การควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการผลิตอาหาร เนื่องจากอุณหภูมิและเวลามีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร ทั้งที่ก่อให้เกิดโรคและทำให้อาหารเสื่อมเสีย

ดังนั้น จึงต้องพิจารณาในทุกขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อการทำให้เย็น การแปรรูปในกระบวนการผลิตและการเก็บรักษา

- การบันทึกและรายงานผล โดยเฉพาะในเรื่องผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ชนิดและปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งวันเดือนปีที่ผลิต โดยให้เก็บบันทึกและรายงานไว้อย่างน้อย 2 ปี เพื่อเป็นข้อมูลตรวจสอบย้อนกลับได้ในกรณีที่เกิดปัญหา

4. การสุขาภิบาล

เป็นเกณฑ์สำหรับสิ่งที่มีอำนาจความสะดวกในการปฏิบัติงานทั้งหลาย เช่น น้ำใช้ ห้องน้ำ ห้องส้วม อ่างล้างมือ การป้องกันและกำจัดสัตว์และแมลง ระบบกำจัดขยะมูลฝอย และทางระบายน้ำทิ้ง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยเสริมให้สุขลักษณะของสถานที่ตั้งและอาคารผลิต เครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต และการควบคุมกระบวนการผลิตให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

ปัจจัยที่พิจารณา	แนวทางปฏิบัติ
4.1 น้ำที่ใช้ภายในโรงงาน	ต้องเป็นน้ำสะอาด มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามความจำเป็น น้ำที่ใช้ล้างพื้นโต๊ะ หรือเครื่องมือ ควรมีการฆ่าเชื้อโดยการเติมคลอรีน
4.2 อ่างล้างมือหน้าทางเข้าบริเวณผลิต	ต้องมีจำนวนเพียงพอ มีสบู่เหลวสำหรับล้างมือ และน้ำยาฆ่าเชื้อมือกรณีที่ทำเป็นรวมทั้งมีอุปกรณ์ทำให้มือแห้งอย่างถูกสุขลักษณะ เช่น กระดาษ ที่เป่าลมร้อน และจัดให้มีอ่างล้างมือในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม
4.3 ห้องน้ำ ห้องส้วม และอ่างล้างมือหน้าห้องส้วม	ต้องสะอาดถูกสุขลักษณะ มีการติดตั้งอ่างล้างมือและสบู่เหลว อุปกรณ์ทำให้มือแห้งต้องแยกจากบริเวณที่ผลิต หรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง และต้องมีจำนวนเพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงาน
4.4 การป้องกันและกำจัดสัตว์และแมลง	มีมาตรการป้องกันกำจัดหนู แมลง และสัตว์พาหะอื่น ๆ เช่น การวางกับดักหรือกาวดักหนูแมลงสาบ เป็นต้น นอกจากนี้หากมีการใช้สารฆ่าแมลงในบริเวณผลิต จะต้องคำนึงถึงโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนในอาหารด้วย
4.5 ระบบกำจัดขยะมูลฝอย	จัดให้มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีฝาปิดในจำนวนที่เพียงพอและเหมาะสม และมีระบบกำจัดขยะออกจากสถานที่ผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิต
4.6 ทางระบายน้ำทิ้ง	ต้องมีอุปกรณ์ดักเศษอาหารอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันการอุดตัน และการปนเปื้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอาหารหรือดักสัตว์พาหะที่อาจเข้าสู่บริเวณผลิต

5. การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

เกณฑ์ข้อนี้จะช่วยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมการป้องกันการปนเปื้อนอันตรายสู่อาหาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ปัจจัยที่พิจารณา	แนวทางปฏิบัติ
5.1 ตัวอาคารสถานที่ผลิต	ต้องทำความสะอาดและรักษาให้อยู่ในสภาพที่สะอาด ถูกสุขลักษณะสม่ำเสมอเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ■ ต้องทำความสะอาด ดูแล และเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพที่สะอาดทั้งก่อนและหลังการผลิต สำหรับชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ที่อาจเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนในอาหารหลังจากการทำความสะอาดที่เหมาะสมและเพียงพอแล้ว ควรมีการฆ่าเชื้อ เครื่องมืออุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารก่อนการใช้งานด้วย ■ การล้างล้างเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ แล้ว ควรทำในสภาพที่ป้องกันการปนเปื้อน
5.2 สารเคมีทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ	■ ผู้ผลิตต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมีทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อ เช่น ควรทราบความเข้มข้น อุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลา เพื่อสามารถใช้สารเคมีดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ■ การจัดเก็บสารเคมี ควรเก็บแยกจากบริเวณที่เก็บอาหาร และมีป้ายระบุอย่างชัดเจนเพื่อ ป้องกันการนำไปใช้ผิด และเกิดการปนเปื้อนเข้าสู่อาหาร

6. บุคลากร

บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเป็นปัจจัยที่สำคัญ อันจะทำให้การผลิตเป็นไปอย่างถูกต้องตามขั้นตอนและวิธีปฏิบัติงาน รวมทั้งสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากการปฏิบัติงานและตัวบุคลากรเอง เนื่องจากร่างกายเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่อาจปนเปื้อนสู่อาหารได้ การปฏิบัติงานอย่างไม่ถูกต้องหรือถูกสุขลักษณะอาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของอันตรายทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้นบุคลากรควรได้รับการดูแลสุขภาพและความสะอาดส่วนบุคคล รวมทั้งการฝึกอบรม เพื่อให้มีความตระหนักและความรู้ในการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นตอนปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสี เพื่อการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปสหรัฐอเมริกา

4

ผศ. ดร. พีระศักดิ์ ฉายประสาท

บทนำ

การปฏิบัติต่อมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสี มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มะม่วงเหล่านั้นมีคุณลักษณะตามที่ต้องการและอยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับการฉายรังสี การขนส่ง การเก็บรักษาและวางจำหน่าย จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค

ขั้นตอนการคัดเลือกตลอดจนคัดบรรจุและการฉายรังสีในมะม่วง

1. สวนมะม่วงต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน Good Agricultural Practice (GAP) จากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำการบันทึกข้อมูลประจำสวนผลไม้ ได้แก่

- ชื่อและที่อยู่ของสวนผลไม้ (เพื่อประโยชน์ในการลงทะเบียนสวนผลไม้)
- แผนผังแปลงปลูกผลไม้แต่ละชนิดในบริเวณสวนเนื้อที่เพาะปลูก
- เนื้อที่ให้ผลผลิต ปริมาณผลผลิต
- ช่วงฤดูเก็บผลไม้แต่ละชนิด ทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล
- ข้อมูลการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ แต่ละชนิดอย่างละเอียด
- บันทึกการจัดการและควบคุมแมลงวันผลไม้ (เช่น การติดตั้งกับดักแมลง การห่อผล)
- บันทึกการส่งผลไม้ให้แก่ผู้ส่งออก
- ผลมะม่วงต้องทำการห่อผลที่ระยะ 60 วันหลังดอกบาน เพื่อให้ผิวของผลสวยงามไม่เสียดสีกันบนต้น และเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลง (เช่น แมลงวันผลไม้)

ภาพ 4 ห่อผลมะม่วงที่ระยะ 60 วัน หลังดอกบาน ด้วยถุงคาร์บอน



- เมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว 115 วันหลังดอกบาน (ระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์) ทำการเก็บเกี่ยวผลลงจากต้นด้วยกรรไกรตัดกิ่ง (ภาพ 5) จากนั้นนำผลใส่ลงในตะกร้า ๆ ละ 20 กิโลกรัม ที่มีกระดาษบุฟองรอบด้าน และผลมะม่วงต้องใส่โฟมตาข่าย (ภาพ 6) แบบหุ้มทั้งผลเพื่อป้องกันการกระแทกในระหว่างการขนส่งไปยังโรงคัดบรรจุ

ภาพ 5 กรรไกรที่ใช้ตัดกิ่ง



ภาพ 6 การห่อหุ้มมะม่วงด้วยโฟมตาข่ายและบรรจุในตะกร้า



- การขนส่งมะม่วงจากแปลงปลูกมายังโรงคัดบรรจุควรใช้ผ้าใบกันแดดคลุมระหว่างการขนส่งเพื่อหลีกเลี่ยงการโดนแสงแดดและลมโดยตรง และช่วยป้องกันความร้อนสะสมภายในผลมะม่วง ซึ่งจะทำให้มะม่วงมีกระบวนการสุกแก่เร็วขึ้นกว่าปกติ

ภาพ 7 การขนส่งมะม่วงจากแปลงปลูกไปยังโรงคัดบรรจุด้วยรถกระบะ



- เมื่อผลมะม่วงมาถึงโรงคัดบรรจุ ควรตรวจสอบความสุกแก่ของมะม่วงด้วยวิธีลอยในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (เกลือ 20 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) หากมะม่วงลอยในน้ำเกลือ โดยมีพื้นที่ผลที่ลอยอยู่นิ่งเหนือผิวน้ำ ขนาดเท่ากับเหรียญ 10 บาท แสดงว่ามะม่วงมีระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์

ภาพ 8 การตรวจสอบระยะสุกแก่ของมะม่วงด้วยวิธีลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์



5. เช็กระยะสุกแก่ของผลมะม่วงด้วย

เทคนิค Near Infrared

Spectroscopy (NIR) โดยทำการยิง
ลำแสงอินฟราเรดบริเวณกลางผล เป็น
เวลา 7 วินาที โดยประมาณ หรือรอ
จนกว่าเครื่องจะอ่านผลเสร็จ หากผล
มะม่วงมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ
ได้ (TSS) อยู่ระหว่าง 7 – 13 %Brix
จะถือว่าผลมะม่วงมีระยะสุกแก่ 80
เปอร์เซ็นต์

ภาพ 9 วิธีประเมินระยะสุกแก่ของมะม่วงด้วย
เทคนิค Near Infrared Spectroscopy



6. ตัดขั้วผลด้วยกรรไกรตัดกิ่งที่ผ่านการ
ทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ 70
เปอร์เซ็นต์ ให้มีความยาวขั้วประมาณ
1 เซนติเมตร ระมัดระวังอย่าให้ยางมะม่วง
ไหลเปื้อนผล จะทำให้ผลมีรอยดำหนิ
และผิวไม่สวย (ภาพ 10)

ภาพ 10 การตัดขั้วผลมะม่วงให้มีความยาว
ประมาณ 1 เซนติเมตร



7. ล้างทำความสะอาดมะม่วงด้วย

สารละลายคลอรีนความเข้มข้น

3 เปอร์เซ็นต์ (เตรียมจากคลอรีนผง

31 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตรที่อุณหภูมิปกติ)

เป็นเวลา 2 นาที แล้วยกขึ้น สังเกตดูว่า

น้ำเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเพราะความ

สกปรก ให้ถ่ายทิ้งแล้วเตรียมใหม่

(ภาพ 11)

ภาพ 11 ล้างทำความสะอาดมะม่วงด้วย
สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์



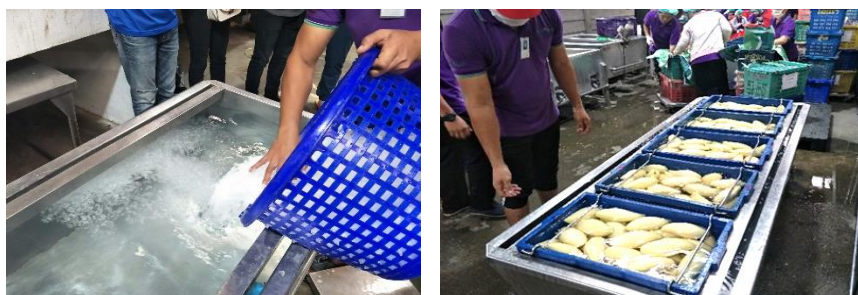
8. จุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 52 – 55 °C ร่วมกับสารละลายอะซอกซิสโตรบิน (azoxystrobin) ความเข้มข้น 25% (อัตรา 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร) แช่ไว้เป็นเวลา 5 นาทีแล้ว ยกขึ้น ควรทำให้น้ำไหลเวียนตลอดเวลาด้วยเครื่องกวน เพื่อให้อุณหภูมิด้านล่างและด้านบนถึงน้ำ ไกล่เคียงกัน เป็นการป้องกันความร้อนสะสม ซึ่งจะทำให้ผิวมะม่วงเสียหาย แหล่งความร้อนที่ใช้ ควรมาจากไฟฟ้า ไม่ควรใช้แหล่งความร้อนจากเปลวไฟโดยตรง

ภาพ 12 การจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 52 – 55 เซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ร่วมกับสารละลายอะซอกซิสโตรบิน (azoxystrobin)



9. จุ่มมะม่วงในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 0 – 10 เซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที โดยเติมน้ำแข็ง (บด) ในขณะที่จุ่มน้ำเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่ในแต่ละครั้ง เป็นการลดอุณหภูมิภายในผลมะม่วง แล้วนำผลมะม่วงใส่ตะกร้า ๆ ละ 20 ผล จากนั้นเป่ามะม่วงให้มะม่วงแห้งจนสนิทด้วยพัดลมที่อุณหภูมิห้อง ไม่ควรทำให้แห้งด้วยการนำมะม่วงไปผึ่งแดด (ภาพ 13)

ภาพ 13 การจุ่มมะม่วงในน้ำเย็นอุณหภูมิ 0 – 10 เซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที



10. บรรจุมะม่วงลงกล่อง โดยด้านข้างกล่องทั้ง 2 ข้าง จะต้องมิดชิดกันแนบขนาดไม่ต่ำกว่า 30 ตารางตารางนิ้ว (ภาพ 15) จากนั้นทำการวางเรียงผลมะม่วงลงในบรรจุภัณฑ์ดังกล่าว ให้บรรจุมะม่วงโดยวางผลในลักษณะแนวนอน จัดให้หัวของผลหันไปทางด้านขวาของผู้บรรจุและต้องให้สะดือของผลอยู่สูงกว่าหัวผล เพื่อป้องกันน้ำยางไหลมาโดนผลมะม่วง และวางเกยกันได้ไม่เกิน 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผลมะม่วงที่ถูกจัดวางเรียงก่อนหน้า ทำการชั่งน้ำหนักให้ได้ตามที่กำหนด (ภาพ 14) ซึ่งจะทำให้สามารถบรรจุมะม่วงได้ประมาณ 10 – 14 ผลต่อกล่อง จำนวนผลต่อกล่องจะขึ้นกับขนาดกล่องและขนาดของลูกมะม่วง

ภาพ 14 การจัดเรียงมะม่วงในกล่องบรรจุภัณฑ์ส่งออกและการชั่งน้ำหนัก



ภาพ 15 ลักษณะกล่องบรรจุภัณฑ์สำหรับมะม่วงส่งออกที่มีตาข่ายกันแมลง



11. ปิดผนึกฝากล่องบรรจุภัณฑ์มะม่วงส่งออกด้วยเทปกาวใส พันรอบด้านบริเวณฝากล่อง ที่มีรอยต่อทุกด้าน เพื่อไม่ให้แมลงเข้าไป (ภาพ 16)

ภาพ 16 การปิดผนึกฝากล่องด้วยเทปกาวใส



12. ติดฉลากระบุหมายเลขทะเบียนสวน (PUC) หมายเลขทะเบียนโรงคัดบรรจุ (PHC) เลขรหัสสินค้า วันที่บรรจุ น้ำหนักกล่องสุทธิตั้ง จำนวนผล และสายพันธุ์มะม่วง การที่ต้องระบุนี้ เพื่อประโยชน์ในการช่วยตรวจสอบย้อนกลับกรณีพบปัญหาการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนด จะได้มีการระงับการนำเข้าจากโรงคัดบรรจุที่เกี่ยวข้องเป็นการชั่วคราวแทนที่จะระงับการส่งออกทั้งประเทศ (ภาพ 17)

ภาพ 17 ลักษณะการติดฉลากระบุเลขทะเบียนสวนมะม่วง เลขที่โรงแพคบรรจุ เลขรหัสสินค้า วันที่บรรจุ น้ำหนักกล่องสุทธิตั้ง จำนวนผล และสายพันธุ์มะม่วง



13. การขนส่งมะม่วงมาที่ศูนย์ฉายรังสี ซึ่งดำเนินงานภายใต้สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ควรใช้รถขนส่งแบบห้องปิดทึบควบคุมอุณหภูมิเพื่อป้องกันแมลงในระหว่างการขนส่ง ก่อนการขนถ่ายมะม่วงเข้าสู่โรงฉายรังสีต้องทำอุโมงค์ผ้าใบเชื่อมระหว่างรถขนส่งกับประตูโรงงานฉายรังสี เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงติดเข้าไปในโรงงาน ไม่ควรใช้รถกระบะที่ใส่คอกเหล็กไว้ด้านหลัง เมื่อขนถ่ายกล่องผลไม้ลงหมดแล้ว จะต้องนำรถไปฉีดล้างน้ำทำความสะอาดยังที่จัดไว้ให้ภายในบริเวณโรงงานฉายรังสี (ภาพ 18)

ภาพ 18 การขนถ่ายมะม่วงเข้าโรงฉายรังสีต้องทำอุโมงค์ผ้าใบป้องกันแมลง



14. กล่องผลไม้จะถูกลำเลียงเข้าโรงงานทางช่อง (ที่ปิดไว้เมื่อไม่ต้องการใช้งาน) โดยการใช้สายพานและวางเรียงบน pallet ก่อนจะมีรถยกมาเคลื่อนย้ายไปยังน้ำหนักรถ pallet และวางในบริเวณสำหรับผลิตภัณฑ์ที่รอการฉายรังสี (ภาพ 19)

ภาพ 19 กล่องมะม่วงขณะลำเลียงเข้าโรงงานและการเรียงเพื่อนำเข้าตู้ฉายรังสี



15. ในบริเวณที่วางผลิตภัณฑ์เพื่อรอการฉายรังสี เจ้าหน้าที่ของโรงงานฉายรังสีจะนำฉลากแสดงรายละเอียดการฉายรังสีมาติดที่กล่องผลไม้ทุกกล่องที่ต้องการส่งออก (ภาพ 20)

ภาพ 20 การติดฉลากแสดงรายละเอียดการฉายรังสี



16. ใช้พลาสติกใสปั่นกล่องไว้ด้วยกัน เพื่อไม่ให้กล่องล้มขณะใช้รถยกเข้าตู้และเมื่ออยู่ในตู้ฉายรังสี จำนวนชั้นที่เรียงจะต้องตรงกับจำนวนชั้นที่โรงฉายรังสีได้ลงทะเบียนแจ้งไว้ในฐานข้อมูลกับหน่วยงานทางอเมริกาตั้งแต่ที่ได้ทำการวัดการกระจายของรังสีในครั้งแรก (ภาพ 21)

ภาพ 21 การใช้พลาสติกใสปั่นกล่องก่อนยกเข้าตู้ฉายรังสี



17. ก่อนการฉายรังสี จะมีการสุ่มตรวจคุณภาพของมะม่วงในกล่องตามปริมาณที่กำหนด ปริมาณกล่องที่สุ่มจะขึ้นกับจำนวนกล่องที่ต้องการฉายรังสี (ตัวอย่างเช่น สุ่มจำนวน 5 กล่องต่อ 1 ล็อตที่มีการฉาย 108 กล่อง) เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยและน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ และการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช เช่น แมลงวันผลไม้ และด้วงงวง เป็นต้น (ภาพ 22)

ภาพ 22 การสุ่มตรวจแมลงศัตรูพืชที่อาจอยู่ในผลมะม่วงก่อนการฉายรังสี



18. ติดเครื่องวัดปริมาณรังสี (Dosimeter) ด้านข้างตู้ เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการวัดปริมาณรังสีที่ได้รับในการฉายรังสี และเตรียมนำกล่องผลไม้เข้าฉายรังสี

19. ตามข้อกำหนดจากหน่วยงานของสหรัฐอเมริกา การฉายรังสีแต่ละครั้ง จะต้องทำการฉายโดยมีมะม่วงเต็มตู้อย่างน้อย 3 ตู้ แต่ละตู้จะแบ่งเป็น compartment บนและล่าง ซึ่งหมายถึงผู้ประกอบการต้องมีมะม่วงอย่างน้อย 6 pallet กรณีมีมะม่วงไม่เต็ม 3 ตู้ จำเป็นต้องใช้กล่อง dummy ที่มีลักษณะเหมือนกันมาใส่ให้เต็ม (ภาพ 23)

ภาพ 23 กล่องมะม่วงก่อนฉายรังสีวางบน pallet



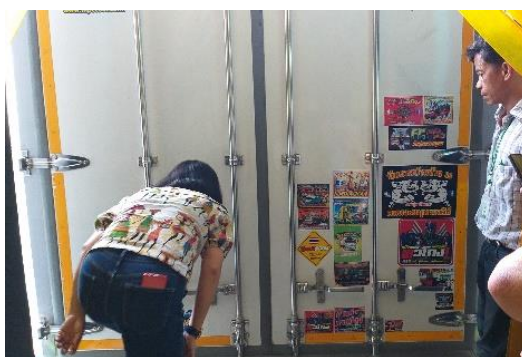
20. นำมะม่วงเข้าฉายรังสีแกมมา (ภาพ 24) ปริมาณรังสีที่ได้รับต่ำสุดต้องไม่น้อยกว่า 400 เกรย์ และสูงสุดไม่ควรเกิน 2 เท่าของปริมาณต่ำสุด คือ 800 เกรย์ (ภาพ 24)

ภาพ 24 กล่องมะม่วงขณะขนย้ายเข้าตู้ฉายรังสีและการปิดตู้ก่อนนำเข้าห้องฉายรังสี



21. เมื่อฉายรังสีเสร็จสิ้น ตู้ใส่กล่องผลไม้จะถูกนำออกมายังบริเวณสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฉายรังสีแล้ว ซึ่งจะมีรั้วกั้นแบ่งเขตกับส่วนผลิตภัณฑ์ที่รอการฉายรังสีอย่างชัดเจน เจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตรและ inspector จาก APHIS ของสหรัฐอเมริกา จะทำการตรวจสอบคุณภาพรถขนส่งมะม่วง ต้องมีความสะอาด ไม่มีรอยรั่ว และไม่มีแมลง รถปิดทึบ จากนั้นทำอิมมูเนอไรเซชันระหว่างรถขนส่งและโรงฉายรังสีเพื่อป้องกันแมลง เมื่อลำเลียงตัวอย่างใส่รถเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตรจะทำการปิดล็อกตู้เพื่อไม่ให้เกิดการนำผลไม้เข้ามาปะปน (ภาพ 25)

ภาพ 25 รถขนส่งมะม่วงต้องไม่มีรอยรั่ว สะอาด ไม่มีแมลง และปิดทึบ



22. ขณะการขนส่งมะม่วงจากประเทศไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาควรเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 13 – 15 °C ใช้ระยะเวลาขนส่งประมาณ 26 ชั่วโมง
23. กระจายสินค้าและวางจำหน่ายเมื่อไปถึงสหรัฐอเมริกา (ภาพ 26)

ภาพ 26 การวางจำหน่ายมะม่วง ณ สหรัฐอเมริกา



การดูแลและการเก็บรักษามะม่วงหลังการฉายรังสี

5

ผศ. ดร. พีระศักดิ์ ฉายประสาท

บทนำ

เพื่อให้มะม่วงที่ผ่านการฉายรังสี ยังคงมีคุณภาพดีเมื่อถึงมือผู้บริโภค การดูแลที่ดีและการเก็บรักษาในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมยังคงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากมะม่วงมีเปลือกบาง และง่ายต่อการเกิดความเสียหาย

การดูแลและการเก็บรักษามะม่วงหลังการฉายรังสี

1. เมื่อการฉายรังสีเสร็จสิ้น รวมทั้งขณะขนส่งไปยังสนามบินควรเก็บรักษากล่องมะม่วงในรถขนส่งที่สะอาดและสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ระหว่าง 13 – 15 °C เพื่อป้องกันความร้อนสะสมภายในกล่อง ซึ่งจะส่งผลให้กระตุ้นการสุกแก่ของมะม่วง (ภาพ 27 และ 28)

ภาพ 27 การลำเลียงมะม่วงภายหลังการฉายรังสีใส่ในรถขนส่งที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ



ภาพ 28 รถขนส่งที่มีห้องควบคุมอุณหภูมิสำหรับขนส่งมะม่วงไปยังสนามบิน



2. กล่องบรรจุมะม่วงต้องมีความแข็งแรง โดยขอบกล่องต้องทำการเย็บด้วยลวดโลหะ และเนื้อกระดาษไม่น้อยกว่า 7 มิลลิเมตร เพื่อวางซ้อนทับกันได้ และมีคุณสมบัติกันความชื้นได้ดี เนื่องจากเมื่อกล่องมะม่วงอยู่ระหว่างขนส่งทางอากาศจะอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความเย็น และเกิดความชื้นสูง (ภาพ 29)

ภาพ 29 กล่องบรรจุมะม่วงที่บรรจุในกล่องโลหะทางสายการบินจะต้องมีความแข็งแรง วางซ้อนทับกันได้และทนความชื้นได้ดี



3. เมื่อผลมะม่วงไปถึงผู้จำหน่ายปลายทาง ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 – 15 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 80±2 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลาประมาณ 15 วัน นับจากวันที่ผลมะม่วงถึงปลายทาง
4. หากต้องการให้มะม่วงสุกตามธรรมชาติควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 – 30 °C) ใช้ระยะเวลาประมาณ 3 – 5 วัน มะม่วงจะเริ่มสุก
5. หากต้องการเก็บรักษามะม่วงให้นานยิ่งขึ้น ควรหลีกเลี่ยงการเก็บรักษามะม่วงในพื้นที่ที่อุณหภูมิสูงและอากาศไม่ถ่ายเท เนื่องจากมะม่วงจะผลิตและสะสมเอทิลีนส่งผลให้มะม่วงสุกเร็วกว่าปกติ
6. หากสังเกตพบอาการของโรคแอนแทรคโนสเกิดขึ้นบนผิวมะม่วง ควรกำจัดผลมะม่วงออกทันที เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรครภายในกล่องหรือภายในพื้นที่เก็บรักษา (ภาพ 30)

ภาพ 30 อาการของโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง



7. ควรทำความสะอาดพื้นหรือผนังของห้องเย็นที่เก็บรักษามะม่วง ด้วยสารคลอโรไซลีนอล (Chloroxylonol) หรือใช้แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ทำความสะอาดอุปกรณ์ขนาดเล็กและมือเพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพ 31)

ภาพ 31 สารทางการค้าที่สามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้



8. เมื่อสัมผัสผลมะม่วงที่มีอาการของโรคแอนแทรกโนสแล้ว ไม่ควรสัมผัสมะม่วงผลปกติอีก เนื่องจากจะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อได้อย่างรวดเร็ว ทำให้มะม่วงผลปกติเสียหายได้ ดังนั้น ควรทำความสะอาดมือหรือส่วนที่สัมผัสกับมะม่วงที่มีอาการของโรคแอนแทรกโนส ก่อนจะปฏิบัติงานต่อไป
9. ในขณะที่ยางจำหน่ายไม่ควรนำโฟมตาข่ายออกจากผล (ภาพ 32) เพื่อลดแรงกดทับ และแรงกระแทก ที่อาจทำให้มะม่วงชำรุดเสียหายได้

ภาพ 32 ผลมะม่วงควรห่อหุ้มด้วยโฟมตาข่ายขณะจัดจำหน่าย



ข้อควรระวังในการเตรียมมะม่วงก่อนการฉายรังสี

เพื่อให้มะม่วงมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อขนส่งไปถึงประเทศปลายทาง กระบวนการเตรียมมะม่วงมีข้อควรระวังดังนี้

1. ควรจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 52 – 55 °C เป็นระยะเวลา 5 นาที ไม่ควรจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 55 °C หรือ จุ่มมะม่วงในน้ำร้อนมากกว่า 2 ครั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดรอยกระสีดำบนผิวมะม่วง นอกจากนี้ไม่ควรบรรจุมะม่วงลงกล่องให้แน่นจนเกินไป ทำให้มะม่วงช้ำ ส่งผลให้สีไม่สวยและมีตำหนิ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ภาพ 33 และ 34)

ภาพ 33 ลักษณะผลมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนอย่างไม่เหมาะสมทำให้เกิดรอยกระสีดำ



ภาพ 34 ลักษณะผลมะม่วงที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อนอย่างไม่เหมาะสมทำให้เกิดรอยกระสีดำ และเกิดรอยช้ำจากการบรรจุที่แน่นเกินไปขณะขนส่ง



2. ไม่ควรเก็บมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ที่ผ่านการฉายรังสีแล้วที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 13 °C เนื่องจาก จะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) รวมทั้งทำให้ผิวผลมีรอยช้ำสีไม่สวย มีตำหนิ และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ภาพ 35)

ภาพ 35 ลักษณะผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม



3. ควรเก็บเกี่ยวมะม่วงที่อายุประมาณ 115 วันหลังดอกบาน หรือมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) 7 – 13 %Brix หากมะม่วงที่มีระยะสุกแก่เกิน 90 เปอร์เซ็นต์จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า 7 วัน และมีลักษณะเส้นดำเกิดขึ้นหลังฉายรังสี (ภาพ 36)

ภาพ 36 ลักษณะมะม่วงที่มีระยะสุกแก่เกิน 90 เปอร์เซ็นต์จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า 7 วัน และมีภาวะเส้นดำเกิดขึ้น



4. มะม่วงอ่อนที่มีระยะสุกแก่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (110 วันหลังดอกบาน) เมื่อฉายรังสีแล้วจะทำให้ชะลอกระบวนการสุกแก่ เมื่อไปถึงปลายทางทำจะยังมีรสชาติเปรี้ยว ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และจำเป็นต้องบ่มให้สุกซึ่งจะทำให้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น (ภาพ 37)

ภาพ 37 ลักษณะของมะม่วงที่ความสุกแก่ระยะต่าง ๆ

- ก. มะม่วงอ่อน ระยะสุกแก่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ 110 วันหลังดอกบาน
- ข. มะม่วงคุณภาพส่งออก ระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ 115 วันหลังดอกบาน
- ค. มะม่วงแก่จัดระยะสุกแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ 120 วันหลังดอกบาน



ข้อควรระวังในการเลือกใช้กล่องบรรจุภัณฑ์

1. กล่องบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ ควรเป็นกล่องที่สามารถทนความเปียกชื้นได้ เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้ที่มีการหายใจและคายน้ำออกมา เมื่อเจอกับสภาวะอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งร้อนและเย็นระหว่างการขนส่ง อาจทำให้เกิดหยดน้ำขึ้นโดยรอบและทำให้กล่องเกิดความเสียหายได้ (กรณีขนส่งทางอากาศ ทางบริษัทขนส่งสินค้าทางอากาศอาจใช้พลาสติกห่อกล่องบรรจุภัณฑ์ไว้อีกชั้น ทำให้มีโอกาสเกิดหยดน้ำโดนกล่องเสียหายได้)

ภาพ 38 ลักษณะความเสียหายของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ทนความเปียกชื้น



2. ความแข็งแรงของกล่อง ควรพิจารณาปัจจัยหลายอย่างประกอบกัน เช่น น้ำหนักรวมของกล่อง กระดาษลูกฟูก ความแข็งแรง ความทนแรงกด การต้านแรงทิ่มทะลุ และคุณสมบัติการทนต่อความชื้น แม้ทางบริษัทขนส่งสินค้าทางอากาศ จะห่อหุ้มตู้คอนเทนเนอร์ภายนอกอย่างดี แต่โอกาสเกิดความเสียหายก็ยังมีได้

ภาพ 39 ลักษณะความเสียหายของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีความแข็งแรงเพียงพอ



สถานะตลาดมะม่วงในสหรัฐอเมริกา



ดร. หาญณรงค์ ฉำทรัพย์

จากการสำรวจตลาดมะม่วงในซูเปอร์มาร์เก็ตหลาย ๆ แห่ง ในเมือง Monterey Park และ San Gabriel ซึ่งอยู่ด้านทิศตะวันออกของเขต Los Angeles มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงปลายปี 2562 สามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

สินค้า

ผลไม้เขตร้อน (tropical fruit) ที่วางจำหน่ายมีหลากหลายชนิด เช่น สับปะรด ฝรั่ง กล้วย ส้มโอ ลำไย แคนตาลูป มะม่วง เงาะ มะพร้าว มังคุด ขนุน ทูเรียน และมะละกอ ผลไม้ที่วางจำหน่ายจะมีการระบุที่มาไว้ชัดเจน จึงพบว่า บางชนิดปลูกได้เองในบางพื้นที่ของสหรัฐ บางชนิดนำเข้าจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย ลักษณะของผลไม้ที่วางจำหน่ายมีทั้งที่เป็นผลไม้สดเป็นลูก ผลไม้แกะสตร้อมรับประทาน ผลไม้อบแห้ง และผลไม้แช่แข็ง บางชนิดติดฉลากระบุว่าการอบไอน้ำ บางชนิดระบุว่าการฉายรังสีและติดเครื่องหมาย Radura เห็นได้ชัดเจน ที่น่าสนใจคือมีกล้วยน้ำว้าทั้งสุกและดิบระบุว่า Thai banana แต่ระบุที่มาของผลผลิตจากเม็กซิโก หรือฝรั่งกลมสาลี่ที่ระบุว่า Thai guava แต่ระบุที่มาของผลผลิตว่าจากอเมริกา

มะม่วงที่วางจำหน่ายมีด้วยกันหลายสายพันธุ์ มีรูปร่างลักษณะของผลแตกต่างกันไป และมีทั้งแบบรับประทานดิบ (ผลเขียว) และแบบรับประทานสุก (ผลมีสีเหลืองหรือแดง) อย่างไรก็ตาม มะม่วงที่วางขายส่วนใหญ่เป็นมะม่วงที่นำเข้าจากเม็กซิโก รองลงไปเป็นกลุ่มประเทศในทวีปอเมริกากลางและอเมริกาใต้หรือลาตินอเมริกา เช่น เฮติ เอกวาดอร์ กัวเตมาลา คอสตาริกา บราซิล และเปรู ส่วนน้อยมาจากอินเดียหรือเวียดนาม เป็นที่น่าสังเกตว่ามะม่วงที่มาจากลาตินอเมริกานั้น ส่วนใหญ่มีลักษณะผลใหญ่ อ้วนกลม บางพันธุ์ลูกเล็กและลีบ ดูแล้วไม่น่ารับประทาน ส่วนรสชาตินั้นก็ถือว่ายังสู้รสชาติของน้ำดอกไม้สีทองของไทยไม่ได้ จากผลสำรวจความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมชมงาน Produce Market Association Fresh Summit 2019 (PMA2019) ณ เมือง Anaheim มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ปลูก ผู้ซื้อ ผู้ขาย ผู้ส่งออก ผู้นำเข้า นักวิชาการจากทั่วสหรัฐและทั่วโลก พบว่าระดับความพอใจโดยรวมต่อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองอยู่ในระดับพอใจมากในเรื่องรสชาติ และมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำดอกไม้สีทองมีคุณภาพดีกว่าถึงดีเยี่ยมเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงพันธุ์อื่นที่เคยรับประทาน

ความหลากหลาย

มะม่วง 6 สายพันธุ์หลักที่พบวางจำหน่าย ได้แก่ Ataulfo Francis Haden Keitt Kent และ Tommy Atkins (ที่มา : www.mango.org) ซึ่งจะมีความชุกแตกต่างกันไปตามฤดูกาล โดย Tommy Atkins เป็นพันธุ์ที่มีมากที่สุดเกือบทั้งปี ในขณะที่มะม่วงจากเวียดนามมีทั้งแบบรับประทานดิบและสุก ลูกมีขนาดใหญ่ไม่เหมือนมะม่วงพันธุ์ใดในประเทศไทย ส่วนมะม่วงไทยทุกสายพันธุ์ยังไม่มีวางจำหน่ายในตลาดสหรัฐอเมริกา แต่กลับพบในตลาดแห่งหนึ่งมีผลผลิตมะม่วงลักษณะคล้ายน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ระบุว่าเป็นมาจากประเทศเอกวาดอร์วางจำหน่ายแต่ระบุสายพันธุ์เป็นมะม่วงน้ำดอกไม้ (Nam Doc Mai) และผ่านการจุ่มน้ำร้อน (hot water treated) สิ่งที่น่าสังเกตอีกอย่างคือ มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงที่ใช้รับประทานสุก มีเปลือกบางกว่ามะม่วงชนิดอื่น เมื่อวางจำหน่ายจะทำให้ผลเกิดความเสียหายได้ง่าย

ภาพ 40 มะม่วงจากทั่วโลกวางจำหน่ายในตลาดสหรัฐอเมริกาในราคาที่แตกต่าง



ราคา

ถึงแม้ว่ารูปร่างหน้าตาของมะม่วงจากกลุ่มประเทศลาตินอเมริกาจะดูไม่น่ารับประทานและไม่อร่อยเท่ากับมะม่วงของไทย สิ่งที่น่ากลัวในตลาดมะม่วงของประเทศสหรัฐอเมริกาคือต้นทุนการนำเข้ามะม่วงจากประเทศเหล่านั้นต่ำกว่าต้นทุนของการส่งมะม่วงไทยไปสหรัฐอเมริกา มะม่วงจากประเทศเหล่านั้นถูกขนส่งในระยะทางไกลเนื่องจากเป็นประเทศที่อยู่ในซีกโลกเดียวกัน นอกจากนี้มะม่วงจากประเทศเหล่านี้ยังไม่จำเป็นต้องฉายรังสีก่อนการนำเข้าตามระเบียบของหน่วยงานในกระทรวงเกษตรของสหรัฐ กล่าวได้ว่าโดยทั่วไปแล้วต้นทุนการส่งออกมะม่วงจากประเทศเม็กซิโกและกลุ่มลาตินอเมริกาไปยังสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าประเทศไทยมาก จากการสำรวจราคาพบว่าราคาโดยเฉลี่ยของมะม่วงจากประเทศในกลุ่มนั้นขายอยู่ในซูเปอร์มาร์เก็ตในราคาผลละประมาณ 1 – 2 เหรียญสหรัฐ หรือมากกว่าสองเหรียญถึงเกือบสี่เหรียญต่อปอนด์ (หนึ่งปอนด์หนักประมาณ 0.45 กิโลกรัม) ส่วนมะม่วงน้ำดอกไม้จากเอกวาดอร์จำหน่ายในราคา 23 เหรียญต่อลังที่มีน้ำหนัก 4 กิโลกรัมหรือประมาณเกือบ 9 ปอนด์ เฉลี่ยราคากิโลกรัมละ 5.75 เหรียญ ในหนึ่งลังบรรจุมะม่วงประมาณ 10 – 12 ลูก ส่วนมะม่วงเขียวลูกใหญ่จากเวียดนามในตลาดบางแห่งมีราคาสูงได้ถึง 4 – 5 เหรียญต่อปอนด์ หรือตกลูกละ 7 – 8 เหรียญ ขึ้นกับน้ำหนักของผลมะม่วง

ช่องทางการจำหน่าย

มะม่วงเป็นที่นิยมกันในกลุ่มคนเอเชียที่อาศัยอยู่ในสหรัฐอเมริกา ดังนั้นเป้าหมายในการวางสินค้าอันดับแรกคือ ซูเปอร์มาร์เกตที่มีลูกค้าหลักเป็นคนเอเชีย ตัวอย่างเช่น เมือง Monterey Park และ San Gabriel ที่ได้มีการสำรวจตลาดนั้น มีประชากรที่มีเชื้อสายเอเชียอยู่ประมาณ 60 – 68 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มนี้เป็นเป้าหมายที่น่าจับตามองสำหรับมะม่วงจากประเทศไทย

เพราะกลุ่มคนเอเชียที่อาศัยอยู่ในสหรัฐอเมริกานั้นคุ้นเคยกับรสชาติมะม่วงของไทยอยู่แล้ว ถ้ามีทางเลือกในการบริโภคมะม่วงในราคาที่ใกล้เคียงกัน เชื่อว่ากลุ่มคนเอเชียจะนิยมบริโภคมะม่วงที่นำเข้าจากประเทศไทยมากกว่า จึงถือได้ว่าเป็นโอกาสที่มะม่วงของไทยจะสามารถเจาะตลาดอเมริกาได้ ผู้นำเข้ามะม่วงไทยในกลุ่มนี้ควรเป็นผู้นำเข้าคนไทยหรือผู้นำเข้าที่คุ้นเคยกับช่องทางการจำหน่ายในกลุ่มคนเอเชีย

อย่างไรก็ตาม มะม่วงนั้นไม่ได้ถูกวางขายในซูเปอร์มาร์เกตที่มีลูกค้าหลักเป็นคนเอเชียเท่านั้น หากแต่ยังถูกวางขายในซูเปอร์มาร์เกตทั่วไปที่มีลูกค้าเป็นคนอเมริกันด้วย และนี่คือกลุ่มตลาดที่น่าสนใจมากเพราะโดยทั่วไปคนอเมริกันส่วนใหญ่ไม่คุ้นกับรสชาติมะม่วงไทย หรือไม่เคยรับประทานมะม่วงไทย ยกเว้นคนที่เคยมาประเทศไทยหรือเคยได้รับประทานข้าวเหนียวมะม่วง

การวางตลาดของมะม่วงไทยในซูเปอร์มาร์เกตที่มีลูกค้าหลักเป็นคนอเมริกันนั้นเป็นสิ่งที่ท้าทายมากเพราะต้องทำให้คนอเมริกันทราบว่ามะม่วงไทยรสชาติดีกว่ามะม่วงจากประเทศอื่นๆ มาก เพื่อให้คนอเมริกันหันมาบริโภคมะม่วงไทยแทนมะม่วงจากประเทศอื่น ผู้นำเข้าในกลุ่มนี้ควรเป็นผู้แทนจำหน่าย (distributors) ที่เป็นของคนอเมริกันที่รู้จักช่องทางการจำหน่ายของตลาดอเมริกันเป็นอย่างดี

สำหรับการจำหน่ายแบบสั่งล่วงหน้าหรือพรีออเดอร์ (pre-order) ก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่สามารถทำได้ เพราะเทคโนโลยีการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ทำให้มีความสะดวกมากขึ้น แต่อาจจะจำกัดอยู่ในวงที่ไม่กว้างนัก หรือมีลูกค้าเฉพาะกลุ่ม เช่น ร้านอาหารไทย หรือลูกค้าที่ต้องการสินค้าระดับพรีเมียม แต่ในขณะเดียวกันก็ควรมีแผนสำหรับการจัดการสินค้าและกระจายสินค้าด้วยความรวดเร็ว เพื่อไม่ให้สินค้าเน่าเสียระหว่างรอขนส่งและยังคงมีคุณภาพดีเมื่อถึงมือผู้รับ การปรับราคาสินค้าให้ขึ้นลงตามค่าเงินก็เป็นอีกปัจจัยของต้นทุนในการขายที่ควรคำนึงถึง

การส่งเสริมการขาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า จุดเด่นของมะม่วงไทย คือ รสชาติดีกว่า และมีรูปร่างที่สวยงามแปลกตากว่ามะม่วงอื่น ๆ ที่สหรัฐอเมริกานำเข้าจากประเทศแถบลาตินอเมริกา อย่างไรก็ตามเนื่องจากระยะทางในการขนส่งที่ไกลกว่า และต้นทุนในการฉายรังสี อาจทำให้มะม่วงไทยมีต้นทุนการส่งออกที่สูงกว่า ซึ่งหมายถึงราคาขายของมะม่วงไทยในสหรัฐอเมริกา ในกลุ่มมะม่วงในตลาดเดียวกันจะมีราคาสูงกว่าคู่แข่งที่มาจากประเทศในกลุ่มลาตินอเมริกา ดังนั้นกลยุทธ์การตลาดและการส่งเสริมการขายในประเทศสหรัฐอเมริกาที่อาจทำได้คือ

1

ส่งมะม่วงไทยไปอเมริกาในช่วงที่กลุ่มประเทศลาตินอเมริกาไม่สามารถส่งมะม่วงเข้าอเมริกาได้ เนื่องจากไม่ได้อยู่ในฤดูกาลผลิต นั่นหมายถึง มะม่วงที่นำเข้าจากไทยอยู่ในกลุ่มตลาดเดียวกับมะม่วงจากลาตินอเมริกา ราคาขายอาจแพงกว่าเล็กน้อย

2

ส่งมะม่วงไทยไปอเมริกาทั้งปี แต่เลี่ยงการแข่งขันด้านราคากับมะม่วงจากกลุ่มประเทศลาตินอเมริกา โดยวางตัวให้มะม่วงไทยอยู่ในตลาดระดับบน (high-end) และขายด้วยราคาที่สูงกว่า โดยเน้นที่รสชาติที่เหนือกว่า การที่จะอยู่ในตลาดสูงได้ จะต้องมีการสร้างแบรนด์มะม่วงไทยอย่างหนัก เช่น Thai Mango หรือ Produce of Thailand เพื่อแยกตัวเอง (differentiate) ออกจากมะม่วงจากประเทศอื่น ๆ หากต้องการขายในกลุ่มตลาดเดียวกับมะม่วงจากลาตินอเมริกา จะต้องหาทางลดต้นทุนการขนส่งให้ถูกลง

3

จับตลาดผู้บริโภคที่เป็นทั้งคนเอเชียและคนอเมริกัน มีความจำเป็นที่จะต้องหาผู้แทนจำหน่าย (distributor) ที่มีช่องทางการตลาดที่หลากหลายครอบคลุมถึงหลายกลุ่มลูกค้า เช่น ซูเปอร์มาร์เก็ตในย่านคนเอเชีย และย่านคนอเมริกัน

4

แนวทางหนึ่งที่จะจับตลาดลูกค้ากลุ่มคนอเมริกัน คือ การวางมะม่วงไทยในร้านอาหารไทย เมื่อลูกค้าร้านอาหารไทยที่ไม่ใช่คนไทยติดใจรสชาติมะม่วงไทยจากร้านอาหาร พวกเขาจะมองหามะม่วงไทยในซูเปอร์มาร์เก็ตใกล้บ้าน

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 453 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 453 หน้า.
- ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2529. การปฏิบัติต่อต้นมะม่วงเพื่อให้ออกดอกและติดผลที่มีคุณภาพของผลดี. เกษตรเกษตร. 10: 119-120.
- ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2530. แนวทางผลิตพืชนอกฤดู. ฐานเกษตรกรรม. 5(56): 22-23.
- เฉลิมชัย ชำรงวงศ์วิทย์ และสุรภิก วิชาญศรี. 2553ก. การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่ง การผลิต มะม่วง-มะนาวนอกฤดูให้ผลเคียงคู่กับความต้องการของตลาด. สำนักพิมพ์พงษ์สาส์น, กรุงเทพมหานคร. หน้า 44-46.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2547. เทคนิคการผลิตไม้ผลนอกฤดู. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยพระราช ประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. เล่มที่ 27. กรุงเทพมหานคร. หน้า 103-131.
- พีรศักดิ์ ฉายประสาธ. 2552. การวิจัยและพัฒนาคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออก ของเกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก, รายงานฉบับสมบูรณ์. 120 หน้า.
- ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์. ไม่ปรากฏปี. การฉายรังสีอาหารและการยอมรับ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www0.tint.or.th/nkc/nkc5003/nkc5003o.html>. (25 กันยายน 2562).
- สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. 2544. ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชมะม่วง. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 142 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). 2555. คู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อการส่งออก ผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 123 หน้า.
- El-Samahy, S.K., Youssef, B.M., Askar, A.A., Swailam, H.M.M. 2000. Microbiological and chemical properties of irradiated mango. J. Food Saf. 20. 139–156.
- Frylinck, Dubery, L. I.A. and Schabert, J.C. 1987. Biochemical changes involved in stress response and ripening behaviour of gamma-irradiated mango fruit. Phytochemistry. 26: 681-686.
- Follett, P.A. and Sanxter, S.S., 2000, "Comparison of rambutan quality after hot forced air and irradiation quarantine treatments", HortSci, 35: 1315-1318.
- Hofman, P.J., Marques, J.R., Taylor, L.M., Stubbing, B., Ledger, S.N. and Jordan, R.A. 2009. Skin damage to several mango cultivars during irradiation and cold storage, 6th International Postharvest Symposium, Book of abstracts. 8-12 April 2009, p.26.
- Janave, M.T., Sharma, A. 2005. Extended storage of gamma-irradiated mango at tropical ambient temperature by film wrap packaging. J. Food Sci. Technol. 42, 230–233.

- Nartvaranant, P., S. Subhadrabandhu and P. Tongumpai. 2000. Practical aspect in producing off-season mango in Thailand. *Acta Hortic.* 509: 661-668.
- Sabato, S.F., Silva, J.M., da Cruz, J.N., da Salmieri, S., Rela, P.R. and Lacroix, M. 2009. Study of physico-chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.) in an international consignment. *Food Control.* 20: 284-288.
- Spalding, D.H., Reeder, W.F. 1986. Decay and acceptability of mangoes treated with combinations of hot water, imazalil, and gamma-radiation. *Plant Dis.* 70: 1149-1151.
- Wang, C., Jiang, M., Gao, M., Ma, X., Zhang, S. and Liu, S. 1993. A study of the physiological changes and the nutritional qualities of irradiated apples and the effect of irradiation on apples stored at room temperature. *Radiat. Phys. Chem.* 42: 347-350.

Handwriting practice area with horizontal dashed lines.

Handwriting practice lines consisting of 20 horizontal dotted lines.



คู่มือ

เทคโนโลยีการบริหารจัดการมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง
ก่อนและหลังการฉายรังสีเพื่อการส่งออกไปสหรัฐอเมริกา

