**รายงานการเข้าร่วมโครงการเอพีโอ**

**รหัสโครงการ 22-IP-18-GE-WSP-A ชื่อโครงการ Innovative Technologies in Perishable Product Supply Chains for Small Farmers**

**ระหว่างวันที่ 24-26 พฤษภาคม 2565 (3 วัน)**

**อบรมออนไลน์**

จัดทำโดย นางสาววิภาดา วรรณธัญญารัตน์
นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วันที่ 20 มิถุนายน 2565

**ที่มาและความสำคัญ**

ผักและผลไม้เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่เสื่อมเสียง่าย จำเป็นต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อรักษาคุณภาพความสดตลอดห่วงโซ่อุปทานเพื่อให้ถึงมือผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม การรักษาความสดใหม่สามารถทำได้ยาก ทำให้จำเป็นต้องจำหน่ายผักและผลไม้อย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการเสื่อมเสียและสูญเสียที่จะเกิดขึ้น เช่น ผักใบเกิดการเปลี่ยนสี ถึงแม้จะสามารถบริโภคได้ แต่มีราคาตกต่ำลง ซึ่งส่งผลให้ผู้ค้าปลีกมีกำไรลดลง นอกจากนี้แล้ว การลดการสูญเสียของอาหารยังเป็นอีกหนึ่งใน 12 เป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ ในหัวข้อ 12.3 ซึ่งกล่าวไว้ว่า “ภายในปี 2573 ลดขยะเศษอาหารของโลกลงครึ่งหนึ่งในระดับค้าปลีกและผู้บริโภค และลดการสูญเสียอาหารจากกระบวนการผลิตและห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งรวมถึงการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว”

การรักษาคุณภาพไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์แก่ผู้บริโภค แต่ยังสามารถเพิ่มรายได้ของเกษตรกรอีกด้วย การจัดการการเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวังและการควบคุมสภาพแวดล้อมหลังการเก็บเกี่ยวมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ ดังนั้นระบบเย็นจึงมีความสำคัญสำหรับผลิตผลที่เสื่อมเสียง่าย

อย่างไรก็ตาม การตลาดของผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายมีความยากต่อเกษตรกรขนาดเล็กเนื่องจากอยู่ห่างไกลจากผู้บริโภคและระบบเย็นมีค่าใช้จ่ายที่สูง โดยปกติแล้ว เกษตรกรมีการรวมกลุ่มกันเพื่อการจัดการและการซื้อขาย อีกหนึ่งกลยุทธ์คือการทำแพลตฟอร์มดิจิทัล คือการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อให้เกิดโครงข่ายระหว่างเกษตรกรขนาดเล็กและผู้บริโภค และเกษตรกรสามารถจำหน่ายผลผลิตให้แก่ผู้บริโภคได้โดยตรงผ่านอินเตอร์เน็ต ที่ประเทศญี่ปุ่นมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจำหน่ายผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายระหว่างเกษตรกรและภาคธุรกิจ ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายและรักษาความสดของผลิตผลได้

การอบรมเชิงปฏิบัติการนี้เป็นการเผยแพร่เทคโนโลยีที่ใช้กับผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายในห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเน้นที่ผลประโยชน์ของเกษตรกรขนาดเล็กเป็นหลัก และเป็นสมาชิกส่วนใหญ่ของ APO ประมาณ 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ของไร่และสวนในประเทศในเอเชียตะวันออก (ยกเว้นประเทศจีน) และเอเชียใต้ มีขนาดเล็กกว่า 2 เฮกตาร์ (FAO, 2015) นอกจากนี้แล้ว การอบรมเชิงปฏิบัติการนี้ ยังเป็นการเผยแพร่เป้าหมายของ APO 2025 อีกด้วย

**วัตถุประสงค์**

1) เพื่อแบ่งปันสถานะปัจจุบันของห่วงโซ่อุปทานสำหรับผลิตผลที่เสื่อมเสียง่าย เช่น ผัก ผลไม้
2) เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการรักษาคุณภาพของผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายตลอดห่วงโซ่อุปทานสำหรับเกษตรกรขนาดเล็ก
3) เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการผลิตและความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรขนาดเล็กที่ปลูกผลิตผลที่เสื่อมเสียง่าย

**การบรรยาย**

**1. ภาพรวมของห่วงโซ่อุปทานของผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายในเอเชีย โดย Dr. Rodney Wee, Chief Executive Officer Asia Cold Chain Centre, Singapore**

โดยรวมๆ แล้ว กล่าวถึงเกษตรกรขนาดเล็กที่ได้รับผลกระทบในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในแง่ของห่วงโซ่อุปทานและการสูญเสียที่เกิดขึ้น ความท้าทายของการขนส่ง และการใช้เทคโนโลยีเพื่อคงอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลิตผล

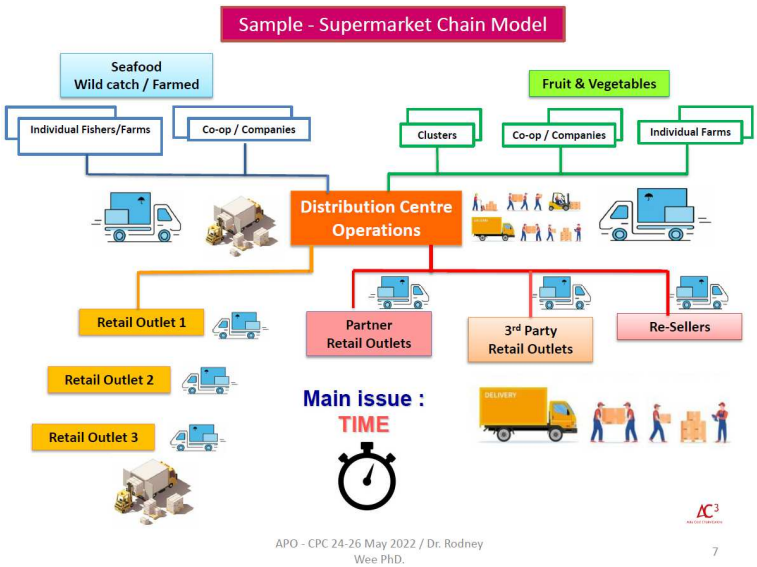
**ความท้าทายของระบบขนส่งของประเทศในเอเชียส่วนใหญ่**

- พื้นที่ไม่มีความสม่ำเสมอทางภูมิศาสตร์และขาดแรงงานชนบท
- ผู้ผลิตส่วนใหญ่เป็นรายย่อย
- ต้นทุนและการเข้าถึงของเทคโนโลยี
- การเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานมีจำกัด
- โครงสร้างการค้าขายแบบเดิมก่อให้เกิดการเสียหายและมีอัตราการสูญเสีย
- ความเสียหายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
- เส้นทางการขนส่งมีความซับซ้อนและห่างไกล
- ความไม่สม่ำเสมอของโครงสร้างพื้นฐาน
- การปฏิบัติในทางอุตสาหกรรม (แบบดั้งเดิมและแบบสมัยใหม่)

**ความท้าทายทางการตลาดที่เกษตรกรรายย่อยกำลังเผชิญ**

- ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น สายพันธุ์ใหม่ เป็นต้น ทำให้ต้องการการจัดการที่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย
- วงจรผลิตภัณฑ์ต้องมีการพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีที่มีต้นทุนที่สูงขึ้นเพื่อคงอายุการเก็บรักษา
- วงจรผลิตภัณฑ์สั้นลงเนื่องจากความหลากหลายของตลาด
- การขนส่งต้องมีการจัดการที่มืออาชีพมากขึ้น ซึ่งรวมไปถึงการได้รับรองมาตรฐาน
- ความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการทราบแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัยและคุณภาพผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่ยั่งยืน

โดยหลักๆ แล้ว สิ่งที่เป็นหัวใจสำคัญต่อการจัดการผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายคือ การพยายามที่จะต้องรักษาความสดของผลิตภัณฑ์ให้คงอยู่จนถึงมือผู้บริโภคที่เป็นปลายสายของห่วงโซ่อุปทาน โดยปัจจัยหลักที่สำคัญคือ เวลา



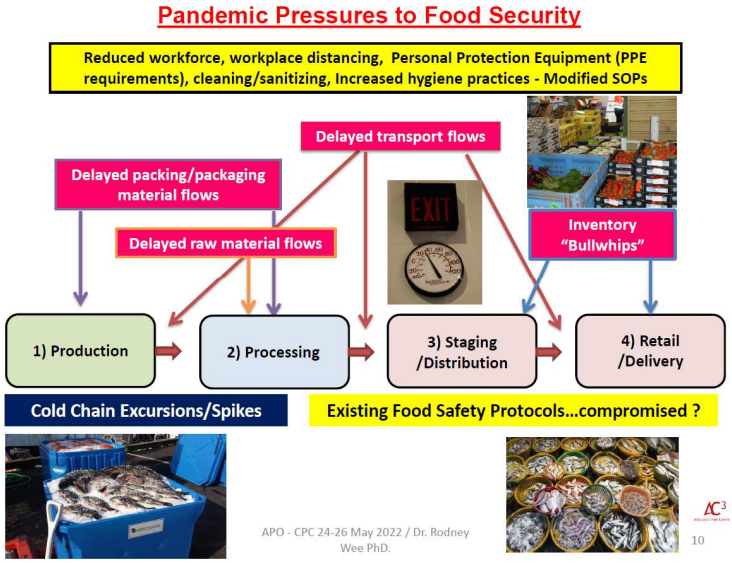

**ความท้าทายในการดำเนินธุรกิจการค้าออนไลน์สำหรับผลิตภัณฑ์สด**

ส่วนใหญ่แล้วผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่น้อยแต่หลากหลาย ทำให้ต้องมีการขนส่งที่แยกตามประเภทผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิที่เหมาะสมตามผลิตภัณฑ์ โดยการขนส่งแต่ละรอบจะมีผู้รับที่หลากหลายตามแต่พื้นที่ ทำให้ต้องมีการจัดการที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีเป็นตัวช่วย

อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์ปัจจุบันที่ทั่วโลกกำลังเผชิญคือ การแพร่ระบาดของโรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และวิกฤตการณ์รัสเซีย-ยูเครน ทำให้การขนส่งชะงักลง เกิดปรากฏการณ์แส้ม้า คือ ความผันผวนในการบริหารงานในโซ่อุปทาน การกระจายสินค้ามีต้นทุนที่สูงขึ้น ต้องมีการคงอายุการเก็บรักษาสินค้าเนื่องจากไม่สามารถขนส่งไปยังปลายทางได้ สุดท้ายแล้วก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผู้ผลิตรายย่อยที่มีรายได้ที่ลดน้อยลง

**ผลของการแพร่ระบาดต่อความปลอดภัยอาหาร**

เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้ต้องมีการลดจำนวนแรงงานลง ต้องรักษาระยะห่างในการทำงาน ต้องมีการทำความสะอาดเครื่องมือถี่มากขึ้น ส่งผลให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับมาตรการภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และก่อให้เกิดผลกระทบในกระบวนการผลิตคือ การไหลของวัตถุดิบและการบรรจุสินค้าช้าลง กระบวนการขนส่งระหว่างการผลิตช้าลง และเกิดความผันผวนในการบริหารงานในโซ่อุปทาน




**การปฏิบัติความปลอดภัยอาหารในเอเชีย**

- มีการกักตุนอาหารเพื่อให้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศมากขึ้น
- ลดความสูญเสียอาหารตลอดห่วงโซ่ โดยใช้ระบบเย็น
- ปรับเปลี่ยนคุณค่าอาหารโดยเน้นที่หลักโภชนาการมากขึ้น
- มีการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยและผู้บริหารมากขึ้น
- พัฒนากลยุทธ์สำหรับเกษตรกรรายย่อยเพื่อให้เกิดการรวมกลุ่มมากขึ้น ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเพื่อทำการตลาด เป็นต้น
- กระตุ้นให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในอาหาร
- ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน

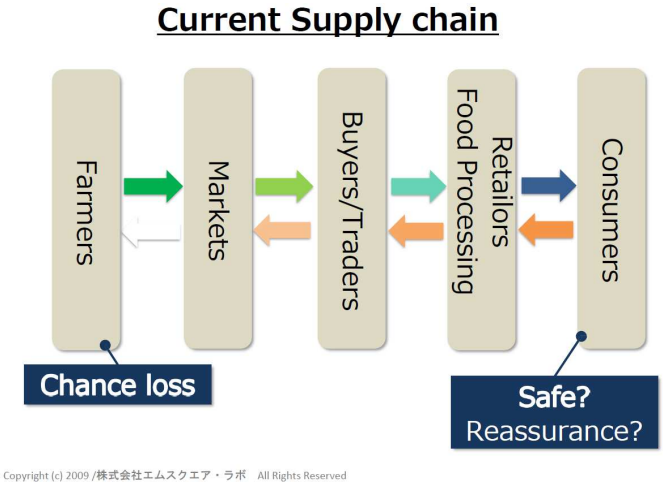
ตัวอย่างที่วิทยากรยกตัวอย่างคือ การทำฟาร์มเป๋าฮื้อแบบเปิดกลางทะเลเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคอย่างยั่งยืน ดังภาพ

โดยสรุปแล้วเกษตรกรรายย่อยต้องมีการปรับตัว พัฒนาเครือข่ายกับนักวิจัยและภาครัฐและเอกชน มีการใช้ระบบขนส่งแบบองค์รวมตามภูมิภาค และใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นตัวช่วยในการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีการสนับสนุนจากรัฐบาล

**2. การปฏิบัติที่ดีที่สุดของห่วงโซ่อุปทานสำหรับผลิตผลสดของเกษตรกรขนาดเล็กในประเทศญี่ปุ่น โดย Ms. Yuriko Kato ประธานบริษัท M2Labo Inc., Japan**

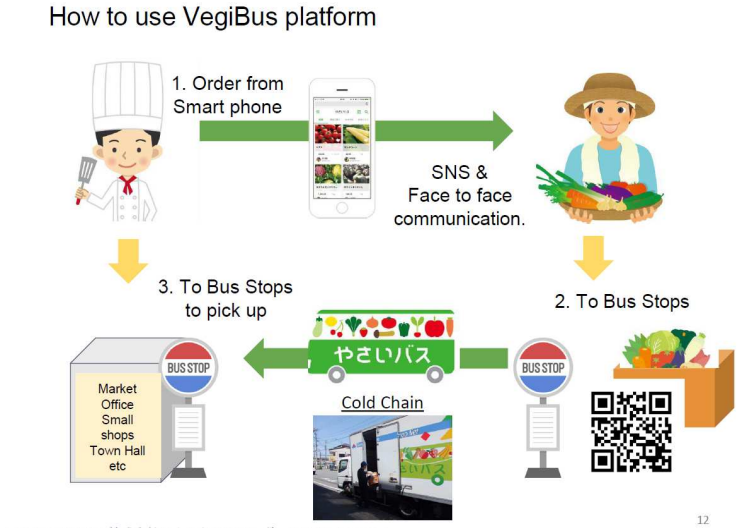
ยกตัวอย่างธุรกิจของ VegiBus ที่ใช้รถบัสเป็นระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพสำหรับเกษตรกรขนาดเล็กเพื่อส่งสินค้าเกษตรให้แก่ผู้บริโภค โดยใช้เทคโนโลยีแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อการติดต่อสื่อสารและการตลาดอีกด้วย

ธุรกิจ Vegibus เกิดจากการที่เกษตรกรไม่สามารถขนส่งสินค้าไปยังผู้บริโภคด้วยต้นทุนที่น้อยได้ ต้องผ่านพ่อค้าคนกลาง ทำให้ห่วงโซ่อุปทานปัจจุบันมีขนาดใหญ่ และแทนที่เกษตรกรจะมีรายได้มาก แต่กลับมีรายได้น้อย นอกจากนั้นแล้วยังทำให้เกิดคำถามที่ว่า สุดท้ายแล้ว สินค้าที่ถึงมือผู้บริโภคนั้น มีความปลอดภัยหรือไม่ ดังภาพ




Copyright (c) 2009 /株式会社エムスクエア・ラボ All Rights Reserved

Vegibus จึงเกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการติดต่อระหว่างเกษตรกรและผู้บริโภคโดยตรงผ่านแอพพลิเคชั่นที่ผู้บริโภคสามารถเข้าไปเลือกฟาร์มผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ต้องการ จากนั้นเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวและจัดส่งผลิตผลทางการเกษตรผ่าน Vegibus ที่ครอบคลุมเส้นทางจุดส่งสินค้ามากมายและมีตารางเวลารับสินค้าที่ชัดเจน จากนั้นรถ Vegibus มารับสินค้าตามเวลาและจุดต่างๆ แล้วขนส่งไปยังผู้บริโภคด้วยระบบเย็น โดยกระบวนทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ใช้เวลาประมาณ 0 – 1 วัน นอกจากนั้นแล้ว ผู้บริโภคยังสามารถพูดคุยและคอมเมนต์ผ่าน Vegibus ให้เกษตรกรทราบฟีดแบคได้โดยตรง ดังภาพ




Copyright (c) 2009 /株式会社エムスクエア・ラボ All Rights Reserved

ธุรกิจนี้ทำให้เกษตรกรสูญเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลงจาก 1,470 เยน เหลือเพียง 350 เยน หรือคิดเป็นร้อยละ 76 นอกจากนี้ ยังมีการใช้รถขนส่งสาธารณะเพื่อช่วยในการขนส่งอีกด้วย และมีการพัฒนาต่อยอดใช้กับสินค้าทางทะเลผ่านเรือและรถไปยังพื้นที่ภูเขาสูง ดังภาพ

โดยสรุปแล้ว Vegibus เป็นธุรกิจที่น่าสนใจ น่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเกษตรกรรายย่อยในประเทศไทยได้

**3. เทคนิคสำหรับก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับผลไม้เมืองร้อน โดย Dr. Huey-Ling Lin, Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University**

กล่าวถึงเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้การเก็บเกี่ยวมีประสิทธิภาพและรักษาคุณภาพของผลไม้เมืองร้อน เช่น ฝรั่ง น้อยหน่า พุทรา มะละกอ และเสาวรส

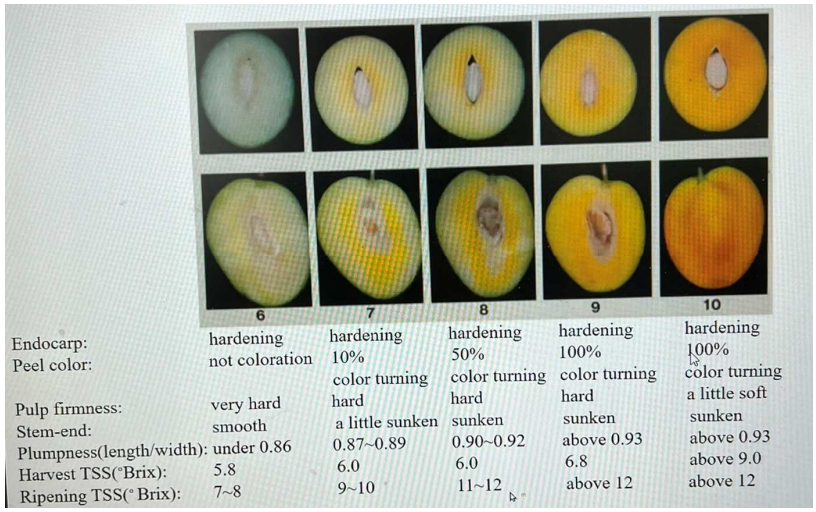
มะม่วงพันธุ์กิมหงษ์ (Chin Hwang) มีลักษณะสีเหลืองทองและมีขนาดใหญ่ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วพบว่ามะม่วงมีน้ำหนัก ปริมาณน้ำตาล และการเน่าเสียภายในมากขึ้น ดังตาราง

| Days after full bloom | Fruit wt.(g) | TSS(°Brix) | Internal breakdown(%) |
|---|---|---|---|
| 93 | 702.1 | 11.2 | 0 |
| 107 | 747.7 | 11.9 | 8.3 |
| 121 | 891.8 | 13.1 | 13.5 |
| 135 | 1000.6 | 15.2 | 64.6 |
| 152 | 1104.3 | 15.1 | 75.0 |

(Lee, 1997)

ภาพด้านล่างแสดงการเน่าเสียภายในของมะม่วงในลักษณะต่างๆ และพบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวช้า มีโอกาสเกิดการเน่าเสียภายในได้มากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาปกติ

มะม่วงอีกพันธุ์ที่มีชื่อเสียงของไต้หวันคือพันธุ์อ้ายเหวิน (Erwin) มีลักษณะเปลือกสีแดง เนื้อภายในมีสีเหลือง มีปริมาณน้ำตาลมากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ ภาพด้านล่างแสดงอายุและการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในและภายนอกของมะม่วงอ้ายเหวิน จะเห็นว่าเมื่อมีอายุมากขึ้น เปลือกจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง เนื้อภายในนุ่มมากขึ้น และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น

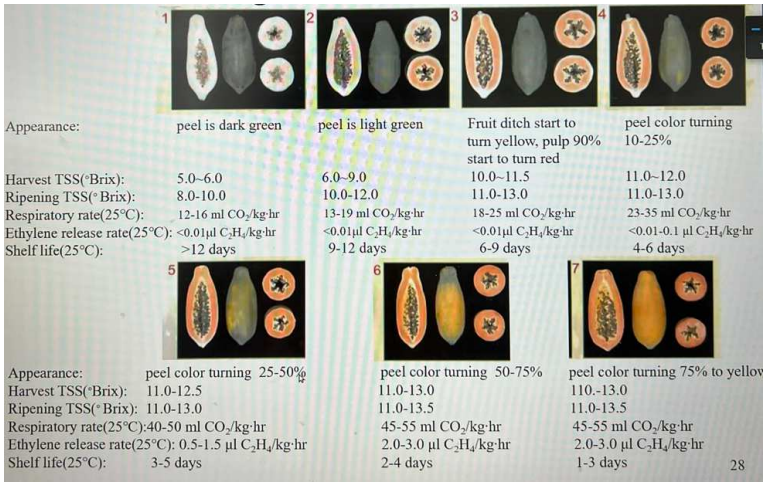



ฝรั่ง ใช้มือในการเก็บเกี่ยวแบบยังคงรักษาก้านไว้ ไม่ใช้กรรไกรตัด เนื่องจากจะทำให้ฝรั่งเกิดการช้ำได้ นอกจากนี้แล้ว การเก็บเกี่ยวฝรั่งยังเก็บเกี่ยวที่เปอร์เซ็นต์ความสุกแตกต่างกันไป เช่น 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อส่งออกไปยังประเทศแคนาดา เพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากอุณหภูมิเย็น และ 80 เปอร์เซ็นต์ เพื่อขายในประเทศ

ภาพด้านล่างแสดงลักษณะของฝรั่งที่เปอร์เซ็นต์ความสุกต่าง ๆ พบว่าเมื่อเปอร์เซ็นต์ความสุกเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น เนื้อมีความแข็งลดลง ความหนาของเนื้อมากขึ้น อัตราการหายใจมากขึ้น และอายุการเก็บรักษาน้อยลง

| Maturity | < 60% | 60% | 60-70% | ≧80% |
|---|---|---|---|---|
| Total soluble solid (Brix) | 9-10 | 8-10 | 9-10 | 9.5-11 |
| Firmness ($Ncm^{-2}$) | 170-190 | 130-160 | 120-130 | 90-110 |
| Thickness of flesh (cm) | 1.4-1.8 | 1.9-2.1 | 2-2.2 | 2-2.3 |
| Respiration rate (25°C) ($mlCO_2kg^{-1}hr^{-1}$) | 30-36 | 30-40 | 20-24 | 40-50 |
| Shelf life (25°C) | 15-20 days | 15-20 days | 10-15 days | 5-10 days |

มะละกอเก็บเกี่ยวเมื่อเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงส้มประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เครื่องมือช่วยในการเก็บเกี่ยว ภาพด้านล่างแสดงลักษณะของมะละกอที่ระดับความสุกต่างๆ พบว่า เมื่อมะละกอมีระดับความสุกเพิ่มมากขึ้น เปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีส้ม มีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นจนถึงระยะที่เปลือกมะละกอเปลี่ยนสี 10 – 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลไม่เปลี่ยนแปลง อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น อัตราการปล่อยแก๊สเอทิลีนมากขึ้น และอายุการเก็บรักษาลดน้อยลง



วิธีการเก็บเกี่ยวแบ่งได้ 2 วิธีคือ 1) แบบดั้งเดิม คือ เก็บผลิตผลที่ร่วงจากพื้นดิน มีข้อเสียคือ มีโอกาสปนเปื้อนจากดิน ใช้แรงงานเยอะ และผลิตผลเกิดการช้ำ 2) แบบสมัยใหม่ คือ การใช้ตาข่ายรองรับผลิตผลไม่ให้ตกสู่พื้นดิน มีข้อดีคือ ใช้แรงงานน้อย ผลิตผลไม่เกิดการช้ำ ซึ่งส่งผลให้มีคุณภาพที่ดี อายุการเก็บนานขึ้น ดังภาพ

นอกจากนี้ ยังสามารถแบ่งวิธีการเก็บเกี่ยวได้อีก 2 วิธีตามเครื่องมือที่ใช้ คือ 1) การเก็บเกี่ยวด้วยมือ นิยมใช้กับผลิตผลส่วนใหญ่ แต่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้ผลิตผลช้ำ เนื่องจากจะส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บได้ และผู้ที่ทำการเก็บเกี่ยวต้องได้รับการฝึกฝน 2) การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร เป็นการช่วยประหยัดแรงงานและเวลา

คุณภาพของผลไม้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ 1) ภายนอก เช่น รูปร่าง ขนาด สี และน้ำหนัก เป็นต้น 2) ภายใน เช่น ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด และลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นต้น

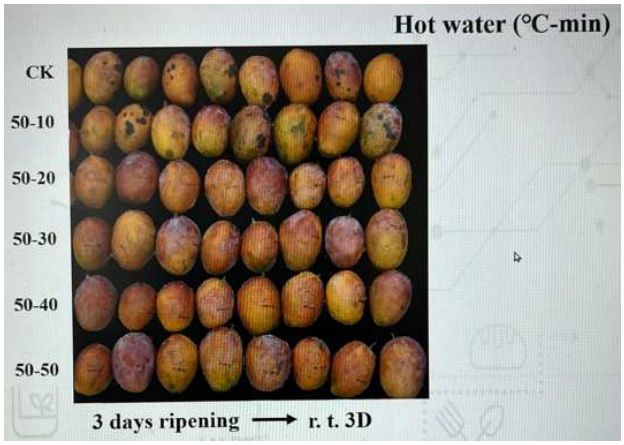
การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาความสดของผลิตผลไว้ให้ได้มากที่สุด ซึ่งรวมไปถึงลักษณะปรากฏ ขนาด รูปร่าง สี และคุณภาพของผลิตผล และเพื่อลดโอกาสการเกิดการบาดเจ็บและการเน่าเสีย เช่น **การทำความสะอาด**เพื่อกำจัดดิน ฝุ่น ด้วยการแช่ในน้ำ ล้าง และขัดถู โดยเหมาะสำหรับผลิตผลจำพวกหัว เช่น มันฝรั่ง หัวไชเท้า เผือก ขิง กล้วย และมะม่วง เป็นต้น **การตัดแต่ง**เพื่อกำจัดใบ ก้าน หรือราก ที่ไม่ต้องการ นอกจากนั้นยังเป็นการลดน้ำหนักในการขนส่งอีกด้วย **การคัดแยก**ตามระดับความสุก รูปร่าง สี และขนาด เป็นต้น **การบรรจุ** เป็นการป้องกันการบาดเจ็บของผลิตผล ลดการสูญเสียน้ำ ลดการเกิดการเน่าเสียจากแมลงและเชื้อโรค เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตผล มีการระบุข้อมูลของผลิตผลและเพื่อการตลาด โดยมีประเภทต่างๆ เช่น LDPE HDPE PVC OPP เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการใช้เทคโนโลยีในการบรรจุอีกด้วย ดังภาพ คือ ใช้ถุงที่มีรูพรุนขนาดเล็กในการบรรจุต้นหอม เพื่อให้ต้นหอมยังหายใจได้

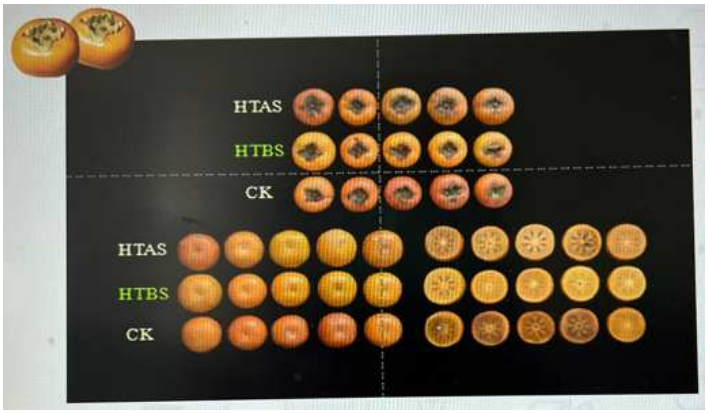
**การขนส่ง** ต้องหลีกเลี่ยงโอกาสการเกิดการบาดเจ็บ โดยใช้การจัดการอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับแต่ละผลิตผลและคำนึงถึงการเกิดการบาดเจ็บจากอุณหภูมิเย็นและการสูญเสียความชื้น

ตัวอย่างการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของฝรั่งที่ส่งออกไปยังประเทศแคนาดา คือ เก็บเกี่ยวฝรั่งก่อนเวลา 10 นาฬิกา เพื่อหลีกเลี่ยงแดดจัด จากนั้นขนส่งโดยใช้รถบรรทุกที่มีที่กำบังแดด แล้วทำการคัดแยกผลที่เน่าเสีย ไม่ได้คุณภาพทิ้ง จากนั้นเก็บรักษาในห้องเย็นอย่างรวดเร็วเพื่อลดความร้อน เช้าวันต่อมา ทำการเปลี่ยนถุงห่อฝรั่งแล้วคัดขนาดตามน้ำหนัก จากนั้นบรรจุในลังเพื่อการขนส่งต่อไป ดังภาพ

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ใช้เพื่อลดอัตราการหายใจและการปลดปล่อยแก๊สเอทิลีน ลดการสูญเสียน้ำและการเน่าเสีย และลดการบาดเจ็บ ด้วยการใช้ลมเย็น (ในสตรอเบอร์รี่ องุ่น) น้ำเย็น (ในข้าวโพด เซเลอรี่) น้ำแข็ง (ในบล็อคโคลี่) โดยอาศัยหลักการที่ว่าอุณหภูมิที่ลดลงทุกๆ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดการสูญเสียน้ำได้ 1 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ ยังมีการใช้อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลาสั้นๆ ก่อนการเก็บรักษา เพื่อป้องการการเกิดเชื้อโรค ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ดังภาพ




การกำจัดแก๊สเอทิลีนโดยใช้ตัวดูดซับ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผล ภาพด้านล่างแสดงการสุกของผลิตผลเมื่อมีการสัมผัสแก๊สเอทิลีน จะเห็นว่าเปลือกของมะนาวเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อมีการสัมผัสแก๊สเอทิลีน

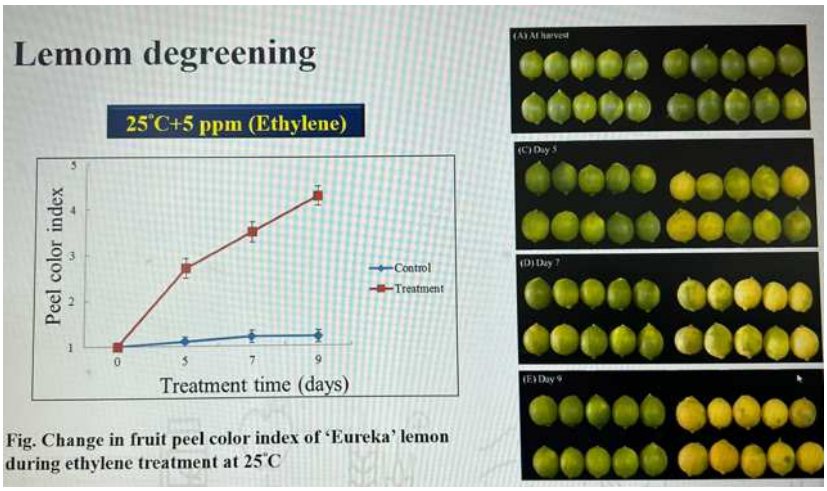
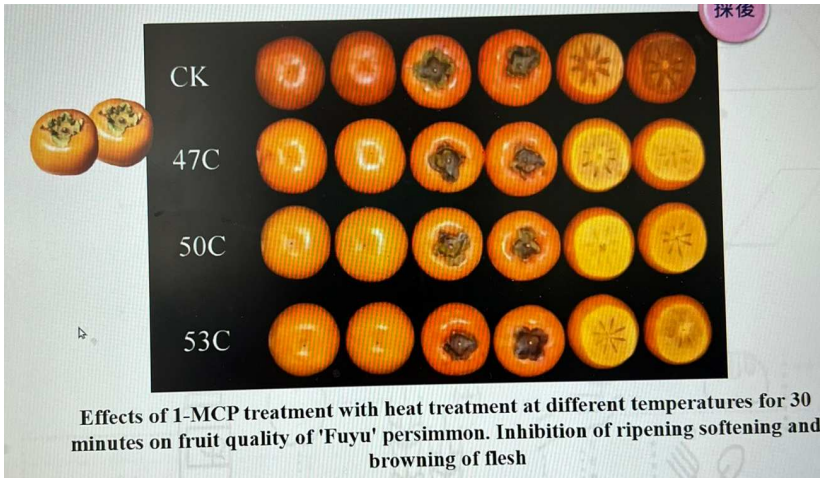


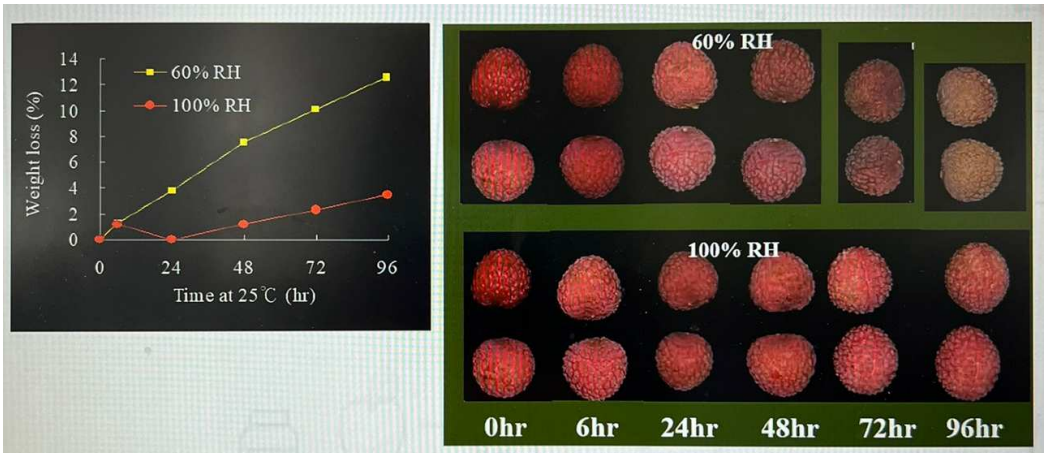

Fig. Change in fruit peel color index of 'Eureka' lemon during ethylene treatment at 25°C

นอกจากนี้ยังมีการใช้ความร้อนควบคู่ไปกับตัวดูดซับเอทิลีนเพื่อยืดอายุลูกพลับ ดังภาพ

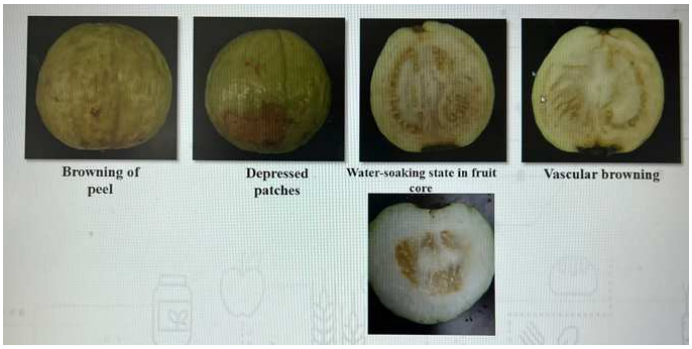



Effects of 1-MCP treatment with heat treatment at different temperatures for 30 minutes on fruit quality of 'Fuyu' persimmon. Inhibition of ripening softening and browning of flesh

การควบคุมความชื้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำในลิ้นจี่ ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลิ้นจี่ได้ โดยลิ้นจี่ยังคงมีสีแดงสดเมื่ออายุมากขึ้น ดังภาพ




ภาพด้านล่างแสดงการเกิดการบาดเจ็บจากอุณหภูมิเย็นของผลิตผล




**ตารางแสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลไม้ชนิดต่างๆ**

| ชื่อผลไม้ | อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | อายุการเก็บรักษา (วัน) | ลักษณะการเกิดการบาดเจ็บจากอุณหภูมิเย็น |
|---|---|---|---|
| อะโวคาโด | 6 - 9 | 14 - 28 | เกิดสีน้ำตาล เกิดการสุกแบบไม่ปกติ |
| มะเฟือง | 1 - 5 | 21 - 28 | เปลือกมีสีน้ำตาล |
| น้อยหน่า | 13 | 7 - 14 | เปลือกมีสีน้ำตาล |
| ฝรั่ง (ไม่อ่อนไหวต่ออากาศ) | 1 - 5 | 28 - 35 | เกิดจุดความร้อน แกนกลางมีสีน้ำตาล |
| ฝรั่ง (อ่อนไหวต่ออากาศ) | 10 | 14 - 21 | เนื้อสัมผัสนุ่ม |

| ชื่อผลไม้ | อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | อายุการเก็บรักษา (วัน) | ลักษณะการเกิดการบาดเจ็บจากอุณหภูมิเย็น |
|---|---|---|---|
| ลิ้นจี่ | 4 | 21 - 28 | เกิดการเน่าเสีย เกิดสีน้ำตาล |
| มะม่วงเขียว | 8 - 12 | 14 - 21 | เกิดจุดความร้อน ไม่นิ่ม |
| มะม่วงเหลือง | 1 - 4 | 28 - 35 | เปลือกมีสีน้ำตาล |
| มะละกอ | 12 | 14 - 21 | เกิดจุดความร้อน เกิดการสุกแบบไม่ปกติ |
| สับปะรด | 10 | 14 - 28 | เนื้อมีสีน้ำตาล |
| กล้วย | 14 | 14 - 28 | เนื้อมีสีน้ำตาล เกิดการสุกแบบไม่ปกติ |
| พุทรา | 5 | 10 - 24 | เนื้อมีสีน้ำตาล เกิดกลิ่นเน่า |

**4. การปฏิบัติที่ดีที่สุดของอุปทานสำหรับผลไม้ในไต้หวัน โดย Dr. Chang-Lin Chen, Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University**

เป็นการแบ่งปันประสบการณ์ห่วงโซ่อุปทานผลไม้ของไต้หวัน เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ และส้ม ที่ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น

ในปี 2021 ไต้หวันส่งออกส้มไปประเทศสิงคโปร์มากที่สุด รองลงมาคือ ฮ่องกง และลำดับสุดท้ายคือ ประเทศญี่ปุ่น ที่ส่งออกในเดือนธันวาคม 2021 รวม 39 ตัน คิดเป็นมูลค่า 4,054,000 ดอลลาร์ไต้หวัน

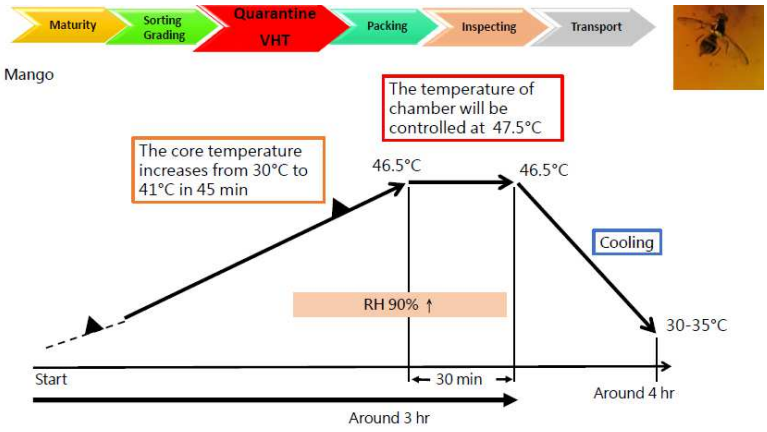
ขั้นตอนการจัดการส้มก่อนส่งออกคือ คัดขนาด จากนั้นเก็บรักษาส้มไว้ที่ห้องเย็น โดยให้อุณหภูมิภายในส้มเฉลี่ยอยู่ที่ 1 องศาเซลเซียส และเก็บนาน 14 วัน แล้วทำการบรรจุ ตรวจคุณภาพ และขนส่ง ดังภาพ

ในปี 2021 ไต้หวันส่งออกมะม่วงไปยังประเทศญี่ปุ่นจำนวน 869 ตัน มูลค่า 202,277,000 ดอลลาร์ไต้หวัน และมีขั้นตอนการจัดการมะม่วงก่อนส่งออกคล้ายกับส้มคือ คัดขนาดจากนั้นทำความสะอาดด้วยไอน้ำ บรรจุ ตรวจคุณภาพ และขนส่ง ดังภาพ

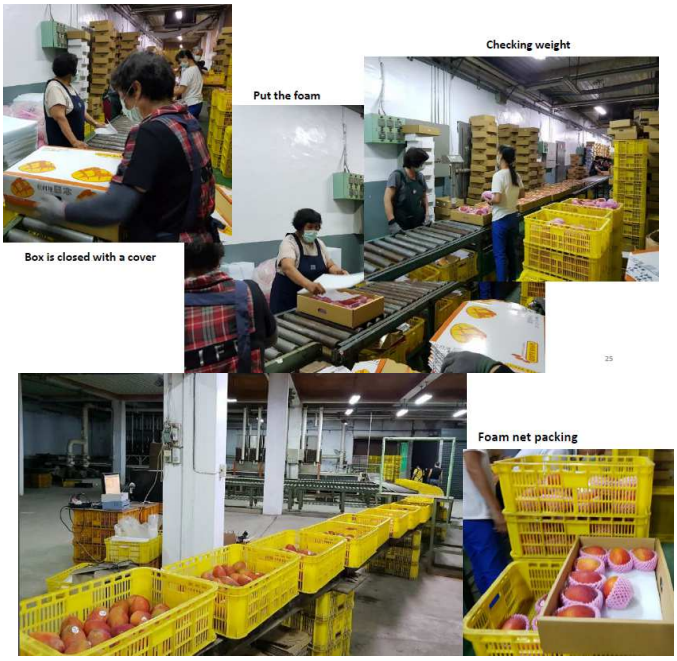
การคัดขนาดใช้แรงงานคนคัด และคัดตามน้ำหนัก ดังภาพ

จากนั้นใส่มะม่วงในตะกร้า โดยให้หัวอยู่ด้านล่างเพื่อเตรียมทำความสะอาดด้วยไอน้ำ ดังภาพ

กราฟการทำความสะอาดด้วยไอน้ำเป็นดังภาพ คือใช้ไอน้ำเพื่อให้อุณหภูมิภายในมะม่วงเพิ่มขึ้นจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 45 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 45 นาที จากนั้นคงอุณหภูมิไว้ที่ 46.5 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วลดอุณหภูมิให้เหลือ 30 – 35 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำเย็น และมีการใช้เซนเซอร์เพื่อวัดอุณหภูมิภายในมะม่วง ดังภาพ



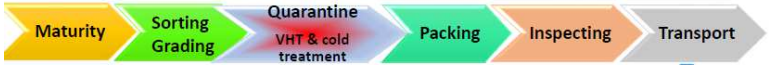
ภาพการใช้น้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิมะม่วง และการทำแห้งมะม่วง




ภาพการบรรจุมะม่วง

ภาพการตรวจคุณภาพมะม่วง

ในปี 2021 ไต้หวันส่งออกลิ้นจี่ไปยังประเทศญี่ปุ่นจำนวน 189 ตัน มูลค่า 42,757,000 ดอลลาร์ไต้หวัน และมีขั้นตอนการจัดการลิ้นจี่ก่อนส่งออกคล้ายกับมะม่วงคือ คัดขนาดจากนั้นทำความสะอาดด้วยไอน้ำ บรรจุ ตรวจคุณภาพ และขนส่ง ดังภาพ

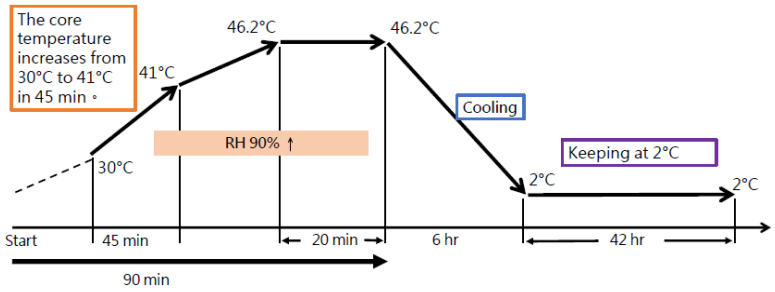



มีการดูลักษณะภายนอกของลิ้นจี่ ดังภาพ

จากนั้นคัดขนาดด้วยเครื่องสายพาน ดังภาพ

แล้วใส่ลังเพื่อเตรียมทำความสะอาดด้วยไอน้ำ ดังภาพ

กราฟการทำความสะอาดด้วยไอน้ำเป็นดังภาพ คือใช้ไอน้ำเพื่อให้อุณหภูมิภายในลิ้นจี่เพิ่มขึ้นจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 41 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 45 นาที จากนั้นคงอุณหภูมิไว้ที่ 46.2 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วลดอุณหภูมิให้เหลือ 2 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำเย็น เป็นเวลา 42 ชั่วโมง และมีการใช้เซนเซอร์เพื่อวัดอุณหภูมิภายในลิ้นจี่



ภาพการใช้น้ำเย็นเพื่อทำเย็นลิ้นจี่

ภาพการบรรจุลิ้นจี่

**5. ระบบเย็นสำหรับเกษตรกรขนาดเล็ก โดย Dr. Rodney Wee, Chief Executive Officer Asia Cold Chain**

การใช้ระบบเย็นเป็นการจัดการขั้นพื้นฐานสำหรับผลิตผลที่เสื่อมเสียง่าย ในส่วนนี้กล่าวถึงการควบคุมอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยว การขนส่ง การจัดการ และความท้าทายที่เกษตรกรขนาดเล็กต้องเผชิญ

ผักและผลไม้มีอายุตามอุณหภูมิที่เก็บรักษาและวิธีการจัดการแตกต่างกันไป เช่น แอปเปิลควรเก็บรักษาในตู้เย็น มีอายุ 1 – 3 เดือน แต่ควรหลีกเลี่ยงการเก็บร่วมกับหอมหัวใหญ่และกระเทียม เพื่อป้องกันการดูดซับกลิ่น กล้วยควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุ 5 – 7 วัน และหลีกเลี่ยงการเก็บรักษาร่วมกับผลิตผลที่มีเอทิลีนสูง ดอกกะหล่ำควรเก็บรักษาในตู้เย็น มีอายุ 2 – 4 สัปดาห์ และควรวางให้ก้านอยู่ด้านล่าง ผักสลัดใบเขียวควรเก็บรักษาในตู้เย็น มีอายุ 2 – 3 วัน และควรบริโภคให้เร็วที่สุด เป็นต้น สำหรับผักผลไม้ชนิดอื่น ๆ สามารถดูได้ดังตารางด้านล่าง

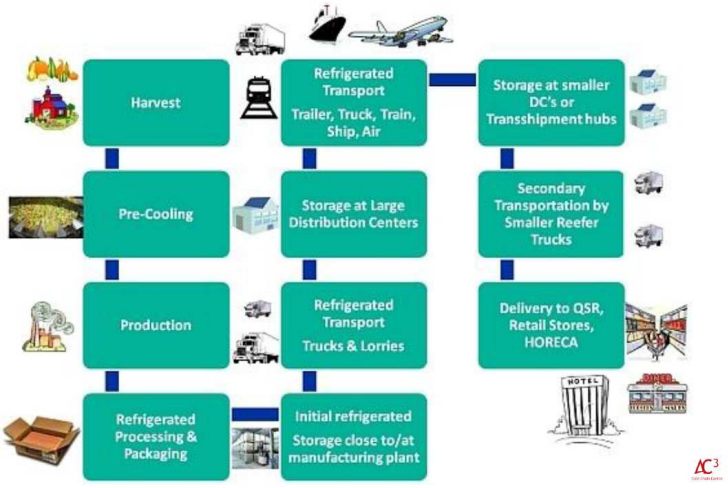
| | | LOCATION | NOTES | STORAGE DURATION |
|---|---|---|---|---|
| FRUIT | APPLES *** | Refrigerator | Absorbs odors. Avoid storing with onions, garlic | 1 to 3 Months |
| | BANANAS ** | Room Temp. | Avoid storing with high ethylene producers | 5 to 7 Days |
| | BERRIES * | Refrigerator | | 7 to 10 Days |
| | CITRUS * | Room Temp. | Avoid storing with high ethylene producers | 2 to 3 Weeks |
| | GRAPES * | Refrigerator | Avoid storing with high ethylene producers | 1 to 2 Weeks |
| | MELONS * | Cool | Avoid storing with high ethylene producers | 2 to 3 Weeks |
| | PEARS *** | Refrigerator | Avoid storing with high ethylene producers | 2 to 3 Days (when ripe) |
| | STONE FRUIT *** | Refrigerator | Avoid storing with high ethylene producers | 1 to 2 Weeks |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VEGETABLES | ASPARAGUS | Refrigerator | Store upright in a jar with about an inch of water. | 5 to 10 Days |
| | BEANS | Refrigerator | | 8 to 12 Days |
| | BEETS | Refrigerator | | 1 to 3 Weeks |
| | BROCCOLI | Refrigerator | | 1 to 2 Weeks |
| | BRUSSELS SPROUTS | Refrigerator | | 1 to 2 Weeks |
| | CABBAGE | Refrigerator | Avoid storing with high ethylene producers | 1 to 3 Months |
| | CARROTS | Refrigerator | | 1 to 2 Months |
| | CAULIFLOWER | Refrigerator | Store stem side down | 2 to 4 Weeks |
| | CUCUMBER * | Cool | Avoid storing with high ethylene producers | 1 to 2 Weeks |
| | LEEKS | Refrigerator | | 5 to 7 Days |
| | ONIONS | Cool | Strong odor that may be absorbed by other produce | 1 to 2 Months |
| | PARSNIPS | Refrigerator | | 1 to 2 Months |
| | PEAS | Refrigerator | | 2 to 4 Days |
| | PEPPERS | Refrigerator | Chili peppers will last much longer than sweet peppers | 5 to 7 Days |
| | POTATOES | Cool | Absorbs odors. Avoid storing with onions, garlic | 1 to 5 Months |
| | RADISHES | Refrigerator | Can be revived by immersing them in ice water | 1 to 3 Weeks |
| | SALAD GREENS | Refrigerator | Use as soon as possible. | 2 to 3 Days |
| | SUMMER SQUASH | Refrigerator | Extremely susceptible to damage while handling | 3 to 5 Days |
| | SWEET CORN | Refrigerator | Absorbs odors. Leave husks on to protect flavour | 5 to 7 Days |
| | TOMATOES ** | Room Temp. | Wrap green tomatoes in newspaper until they ripen | 4 to 6 Days |
| | TURNIP | Refrigerator | | 20 to 30 Days |
| | WINTER SQUASH | Cool | | 1 to 2 Months |

* Produces low levels of ethylene
** Produces medium levels of ethylene
*** Produces high levels of ethylene

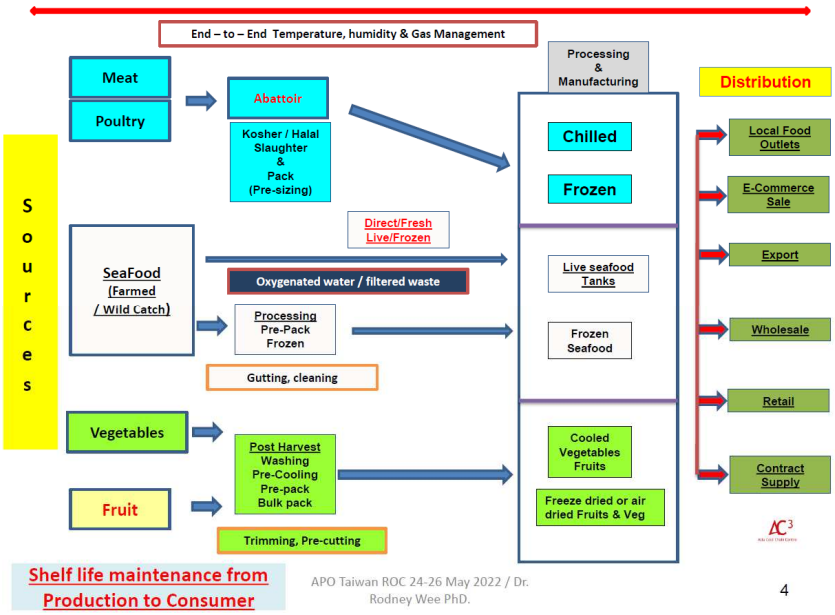
ในอดีตระบบเย็นเป็นเพียงการควบคุมอุณหภูมิของผลิตผลตลอดห่วงโซ่อุปทาน แต่ปัจจุบันมีการใช้การควบคุมสภาพอากาศร่วมด้วย เพื่อให้สามารถรักษาความสดของผลิตผลให้มากที่สุด นอกจากนี้ ยังมีการใช้ในทางการแพทย์ พืชสวน และเภสัชศาสตร์

ห่วงโซ่อุปทานโดยทั่วไปของผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายเป็นดังภาพ คือ หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว ต้องมีการทำเย็นเบื้องต้น เพื่อลดอุณหภูมิของผลิตผล จากนั้นผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น คัดขนาด ทำความสะอาด เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละชนิดของผลิตผล แล้วทำการบรรจุและเก็บในห้องเย็น ขนส่งด้วยระบบเย็นโดยรถบรรทุกไปยังศูนย์กระจายสินค้า จากนั้นขนส่งทางรถไฟ รถบรรทุก เรือ หรือเครื่องบิน ที่มีการควบคุมอุณหภูมิย็น เมื่อถึงปลายทาง จะเก็บผลิตผลในศูนย์กระจายสินค้าเพื่อรอการขนส่งไปยังสถานที่ต่าง ๆ ต่อไป

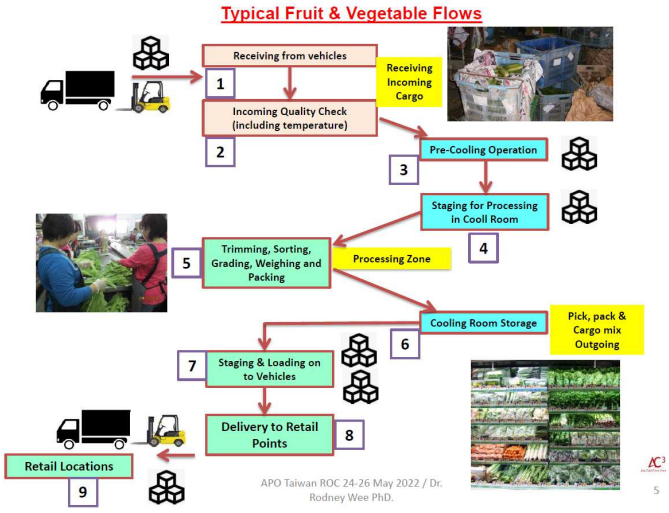





อย่างไรก็ตาม มีการใช้การควบคุมแก๊ส ความชื้น หรืออุณหภูมิ เข้าร่วม เพื่อคงสภาพผลิตผลทางการเกษตรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังภาพ คือ มีการทำแห้งผักผลไม้ทั้งแบบ Freeze dry และ Air dry เพื่อการยืดอายุผักผลไม้ จากนั้นจึงส่งไปยังผู้บริโภคปลายทาง




ในส่วนของผักผลไม้นั้นหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการวัดอุณหภูมิก่อนเบื้องต้น จากนั้นลดอุณหภูมิเบื้องต้น แล้วทำการตัดแต่ง คัดขนาด ชั่งน้ำหนัก และบรรจุ จากนั้นเก็บที่ห้องเย็นก่อนการขนส่งยังปลายทางต่าง ๆ ดังภาพ




จุดประสงค์หลักในการจัดการผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายคือเพื่อคงอายุการเก็บรักษา และรักษาคุณภาพและความปลอดภัย โดยมุ่งเน้นไปที่สภาพแวดล้อมของผลิตผลคือ รักษาอุณหภูมิให้ถูกต้องตามแต่ละผลิตผลโดยคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละผลิตผล หากอุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้เสื่อมเสียคุณภาพ เสื่อมเสียง่าย และเน่าเสียจากจุลินทรีย์ และหากอุณหภูมิต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บเนื่องจากอุณหภูมิต่ำและเกล็ดน้ำแข็งได้

อุณหภูมิการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผักผลไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น 0 องศาเซลเซียส สำหรับแอปปิ้ล 4 – 7 องศาเซลเซียส สำหรับถั่ว 7 องศาเซลเซียส สำหรับพริก และ 12 – 14 องศาเซลเซียส สำหรับส้ม และผักผลไม้อื่น ๆ ดังตาราง หากอุณหภูมิการเก็บรักษาไม่ถูกต้องตามชนิดผักและผลไม้จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บเนื่องจากอุณหภูมิต่ำซึ่งทำให้สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของผักผลไม้เปลี่ยนแปลงไป

| Commodity | Recommended Temperature for Handling and Storage (max post-harvest life) | Post-harvest Life at 35°C* (ambient temperature) | Post-harvest Life at 25°C | Post-harvest Life at 15°C | Increased Marketing Time Available at 15°C |
|---|---|---|---|---|---|
| Cabbage | 0°C (6 months) | 2 weeks | 4 weeks | 8 weeks | 4X |
| Carrots | 0°C (6 months) | 2 weeks | 4 weeks | 8 weeks | 4X |
| Tomatoes | 15°C (14 days) | 3 days | 6 days | 14 days | 5X |
| Peppers | 12°C (20 days) | 3 days | 7 days | 15 days | 5X |
| Potatoes | 5° to 7°C (5 to 10 months) | 2 weeks | 4 weeks | 8 to 10 weeks | 4X |
| Spinach | 0°C (14 days) | 1 day | 2 days | 5 days | 5X |
| Sweet potatoes | 15°C (4 to 6 months) | 1 month | 2 months | 4 to 6 months | 4X |

ตัวอย่างการเก็บรักษาผลิตผลที่เสื่อมเสียง่ายต่างชนิดกันไว้ด้วยกัน 1) หอยเป๋าฮื้อแช่แข็งกับหอยแมลงภู่สด ทำให้อุณหภูมิของทั้ง 2 ชนิดไม่คงที่ 2) กล้วยสุกกับกล้วยไม่สุก กล้วยไวต่อแอทิลีน ทำให้กล้วยที่ไม่สุก สุกก่อนเวลาที่ต้องการ 3) เชอร์รี่กับเนื้อแห้ง เกิดการถ่ายเทความชื้น เนื่องจากเชอร์รี่มีความชื้นสูง เนื้อแห้งมีความชื้นต่ำ 4) เนื้อสดที่มีการใช้น้ำแข็งแห้งกับล็อบสเตอร์สด ทำให้ล็อสเตอร์ตายเนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำแข็งแห้ง 5) แอปเปิลกับเซเลอรี่ ทำให้เซเลอรี่ดูดซับกลิ่นจากแอปเปิล เป็นต้น ดังนั้นเมื่อมีการเก็บผลิตผลที่แตกต่างกัน ต้องมีการคำนึงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมของแต่ละชนิด อากาศภายในที่เก็บ แอทิลีน/แก๊สอื่นๆ กลิ่น และปัจจัยอื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ฮาลาล ผลิตภัณฑ์โคเชอร์ เป็นต้น เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียคุณภาพ

หลักการง่าย ๆ สำหรับการจัดการอุณหภูมิและเวลาคือ ยิ่งอุณหภูมิสูง ยิ่งเสื่อมเสียง่าย และทุกๆ 1 องศาเซลเซียสที่ต่ำลงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม จะสามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้อีก 1 วัน

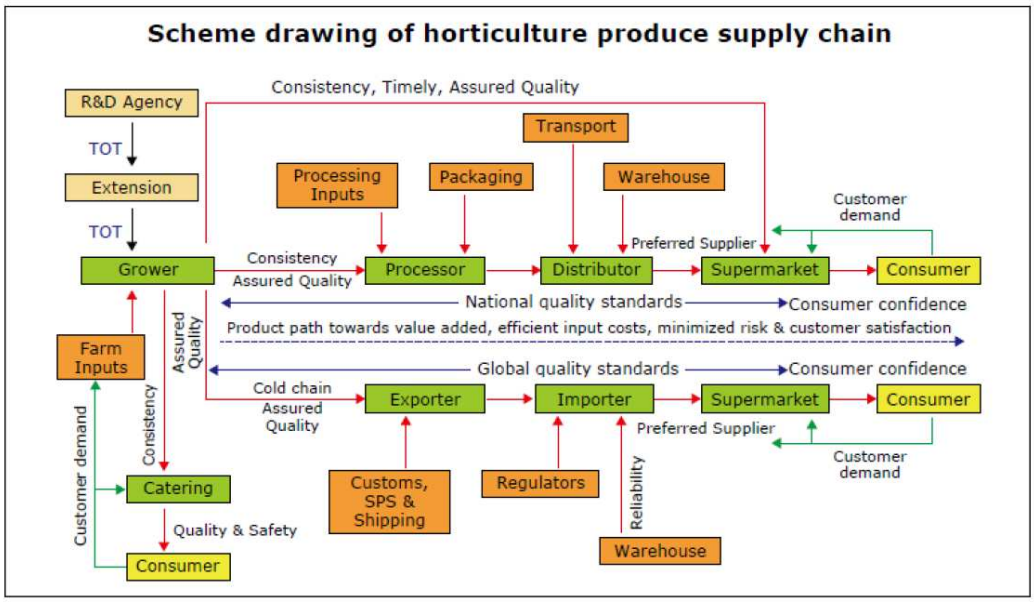
ตัวอย่างระบบทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การใช้น้ำเย็น การใช้อากาศเย็น การทำเย็นแบบอุโมงค์ การทำเย็นแบบสุญญากาศ การใช้น้ำแข็ง การใช้ห้องเย็น การแช่แข็ง เป็นต้น

ความผิดพลาดทั่วไปที่พบในระบบเย็นคือ 1) การวางแปลนที่โหลดสินค้าที่ผิด 2) การบรรจุที่ไม่เหมาะสม 3) ไม่มีการจัดการเอกสารที่ถูกต้อง 4) ไม่มีการเช็คอุณหภูมิที่เพียงพอ ทำให้อาจเกิดการคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ 5) วัตถุทำความเย็นไม่เพียงพอ 6) มีการไหลเวียนอากาศที่ไม่เพียงพอ 7) ไม่มีการฝึกอบรมพนักงานที่เหมาะสม 8) ไม่มีการเฝ้าระวัง/ตรวจติดตาม

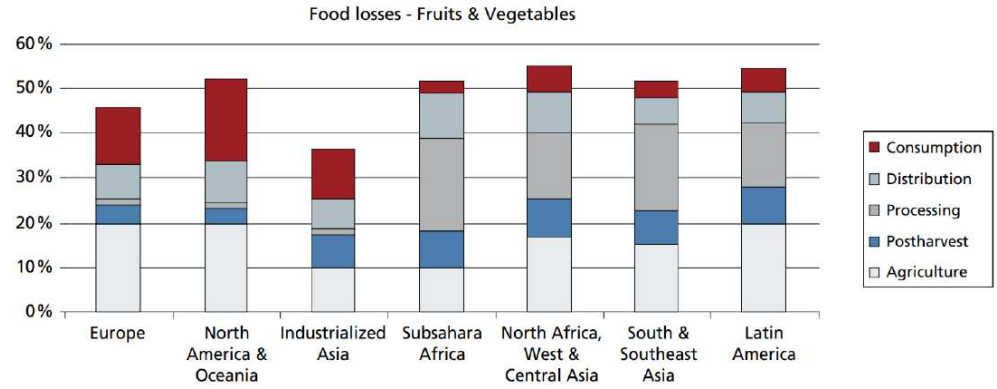
**6. เทคนิคหลังการเก็บเกี่ยว การกระจายสินค้า และแอพพลิเคชั่นสำหรับห่วงโซ่อุปทานผลไม้ในไต้หวัน**
**โดย Mr. Min-Chi Hsu, Assistant Researcher Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture**

กล่าวถึงเทคนิคหลังการเก็บเกี่ยว การกระจายสินค้า และแอพพลิเคชั่นสำหรับห่วงโซ่อุปทานผลไม้ในไต้หวัน โดยการทำเย็นเบื้องต้น การกระจายสินค้า และการจัดการห่วงโซ่อุปทาน เพื่อรักษาความสดของผักและผลไม้

เบื้องต้น มีการอธิบายถึงภาพรวมของห่วงโซ่อุปทานของผักผลไม้ ดังภาพด้านล่าง จะเห็นว่าประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ มากมายเริ่มตั้งแต่แหล่งผลิตไปจนถึงผู้บริโภคสุดท้าย โดยแต่ละขั้นตอนมีคงสภาพคุณภาพและความปลอดภัยของผักและผลไม้ให้ได้มากที่สุด โดยส่วนใหญ่แล้วเน้นที่การใช้เทคโนโลยีระบบเย็น



อย่างไรก็ตาม เนื่องจากห่วงโซ่อุปทานมีขนาดใหญ่มาก ถึงแม้จะมีการพยายามรักษาคุณภาพของสินค้า แต่ก็ยังเกิดการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน ดังภาพด้านล่างที่แสดงถึงการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน แยกตามแต่ละทวีป โดยในเอเชียใต้และตะวันออกเฉียงใต้ สูญเสียที่ขั้นตอนการขนส่งมากที่สุด ตามด้วยที่ฟาร์ม ทั้งนี้ สันนิษฐานว่า ประเทศส่วนใหญ่เป็นประเทศเขตร้อนและยังไม่มีการใช้ระบบเย็นเข้าช่วย



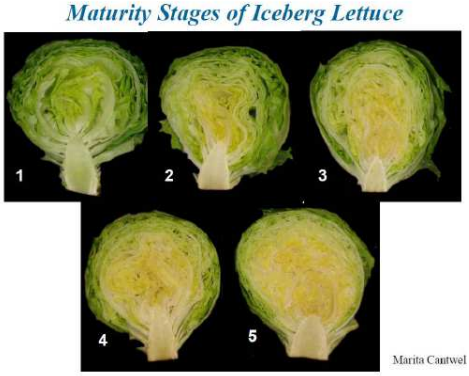

Gustavsson et al.(2010)

การสูญเสียที่ฟาร์มส่วนใหญ่เกิดจากการที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่ผลิตผลมีความสุกที่ไม่เหมาะสม เช่น ผักกาดแก้ว ที่ระดับความสุกแตกต่างกัน มีความแข็งของผลที่ต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักกาดแก้ว ดังตาราง โดยที่ระดับที่ 5 มีโอกาสเกิดการแตกหักภายในได้ ส่งผลให้เกิดการเกิดสีน้ำตาลตามมา ซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ

***Rating Scale for Lettuce Head Firmness Based on Hand Pressure***

| Score | Firmness description |
|---|---|
| 1 | ***Soft***, easily compressed or spongy |
| 2 | ***Fairly firm***, neither soft nor firm, good head formation |
| 3 | ***Firm***, compact but may yield slightly to moderate pressure |
| 4 | ***Hard***, compact and solid |
| 5 | ***Extra-hard***, over- mature, may have cracked mid ribs |

***Maturity Stages of Iceberg Lettuce***



Pink rib

Tip burn

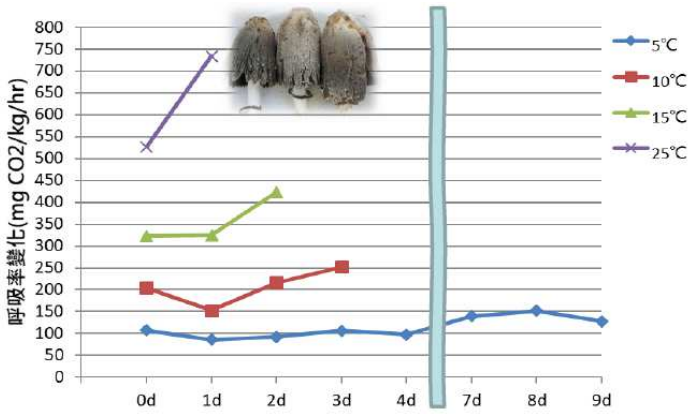
การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวมีหลายลักษณะที่เกิดขึ้น เช่น การสูญเสียน้ำ ทำให้น้ำหนักของผลิตผลลดลงและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป การเสื่อมเสียทางกายภาพ การเสื่อมเสียทางกายภาพจากแมลง อุณหภูมิ และอากาศ เป็นต้น

ความร้อนมีความสำคัญอย่างมากต่อผลิตผลทางการเกษตร ต้องกำจัดให้เร็วที่สุดเพื่อลดการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ลดอัตราการหายใจ ลดการผลิตพลังงาน ลดอัตราการเผาผลาญ และลดการเสื่อมชรา

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจของผลิตผลทางการเกษตรคือ 1) ชนิดของผลิตผล 2) ขั้นการเติบโต 3) พันธุ์ 4) ขนาดพื้นที่ผิว 5) สารทางธรรมชาติที่เคลือบผิว 6) การปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยว 7) ส่วนประกอบของเนื้อเยื่อ

จากตารางและกราฟด้านล่างจะเห็นว่า การเก็บรักษาเห็ดที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดอัตราการหายใจของเห็ดได้

| Temp | Respiraiton(mg $CO_2$/kg/hr) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0d | 1d | 2d | 3d | 4d | 7d | 8d | 9d |
| 5℃ | 107.3 | 86.0 | 92.6 | 107.0 | 97.6 | 139.5 | 152.5 | 128.3 |
| 10℃ | 204.3 | 153.5 | 216.8 | 252.6 | | | | |
| 15℃ | 323.1 | 324.3 | 422.8 | | | | | |
| 25℃ | 526.2 | 734.3 | | | | | | |




ขั้นแรกๆ ของการลดอุณหภูมิคือการพักผลิตผลในที่ร่มมีที่บังแดด ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตผล ดังแสดงในตารางด้านล่าง พบว่าการพักถั่วแระในที่ร่มมีที่บังแดด น้ำหนักลดลงน้อยกว่า และคงความแข็งได้มากกว่าถั่วแระที่ไม่มีร่มบังแดด

Weight loss (after 14 days 5℃)

| Number | Treatment | Loss weight % | | | Hardness (N) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 4hr then room cooling | 14 days | 14 days + 3 days shelf | 14 days |
| 1 | Shading | 0.38 | 2.19 | 8.05 | 8.2 |
| 2 | Without shading | 1.59 | 2.67 | 15.99 | 7.0 |

ตัวอย่างการใช้ระบบเย็นในการลดอุณหภูมิของผลิตผลทางการเกษตร

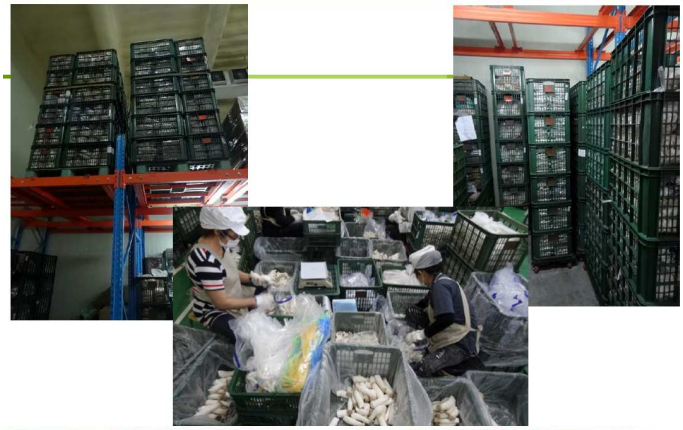
การใช้ถ่านในการลดอุณหภูมิ

3 to 5°C (6 to 10°F) below ambient air temperature.

Dr. Beth Mitcham

การใช้ห้องเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ

การใช้ห้องเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ



การใช้ห้องเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ

圖 10. 分級與預冷前處理

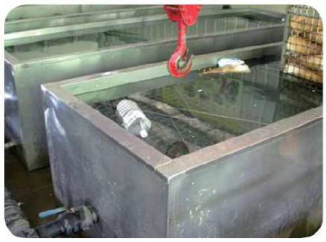


圖 11.1℃溫度預冷 1 小時，確保品質

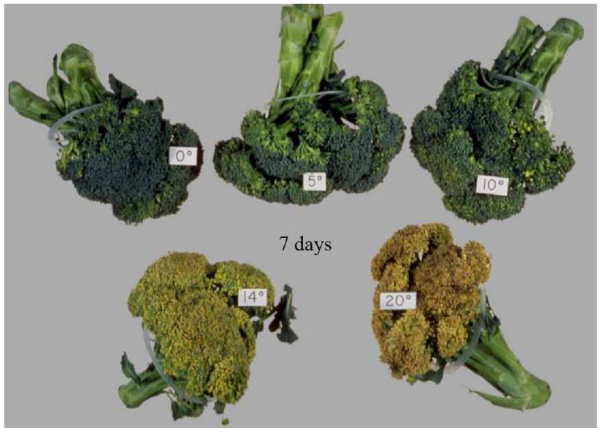
การใช้น้ำเย็นในหน่อไม้

การใช้น้ำแข็งเพื่อลดอุณหภูมิ

Cooling time (7/8) ~ 6 min to 20 min*
Moisture loss ~ 0.5 to 1%

California USA

การเจริญเติบโตเนื่องจากการจัดการที่ไม่เหมาะสม




การเก็บบล็อกโคลี่ที่อุณหภูมิต่าง ๆ จะเห็นว่าการเก็บที่อุณหภูมิสูง จะทำให้บล็อกโครี่เปลี่ยนสี ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ปัญหาของผลิตผลทางการเกษตรที่พบคือ 1) ผลิตผลมีอุณหภูมิเริ่มแรกสูงเกินไป 2) ไม่มีการใช้ระบบเย็นในการขนส่ง 3) การจัดการการขนส่งไม่เหมาะสม 4) ไม่มีการถ่ายเทอากาศที่ดี 5) บรรจุภัณฑ์ไม่มีความเหมาะสม 6) ระบบเย็นไม่ได้ประสิทธิภาพ 7) มีการฝึกอบรมที่ไม่ถูกต้อง เหมาะสม 8) ไม่มีความรู้เรื่องการขนส่ง

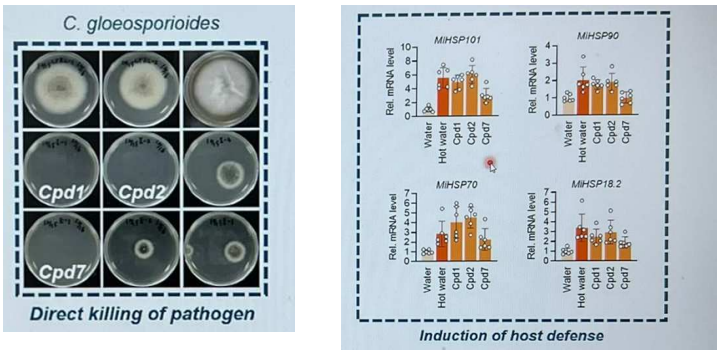
**7. การใช้สารชีวภาพเพื่อจัดการโรคและรักษาคุณภาพของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว โดย Dr. Yen-Chou Kuan**

กล่าวถึงการใช้สารชีวภาพเพื่อรักษาคุณภาพของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว เช่น โรคแอนแทรคโนสในมะม่วง การบาดเจ็บจากอุณหภูมิเย็นในแอปเปิล และความเสื่อมชราในบรอกโคลี

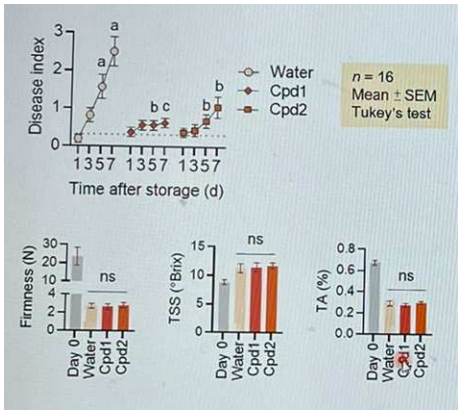
สารชีวภาพคือสารที่เกิดขึ้นในธรรมชาติที่สามารถใช้ในเกษตรกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการขนส่ง โดยการเพิ่มการเติบโตของพืชและการต้านความเครียดของพืช แบ่งได้ 3 ชนิด คือ 1) ตามแหล่งที่มา คือ จุลินทรีย์ สัตว์ และพืช 2) ตามรูปแบบที่ใช้ คือ การใช้โดยตรง ผลพลอยได้ และไบโอโมเลกุล 3) ตามหน้าที่ คือ ปุ๋ย ฆ่าแมลง และอื่นๆ ดังตาราง

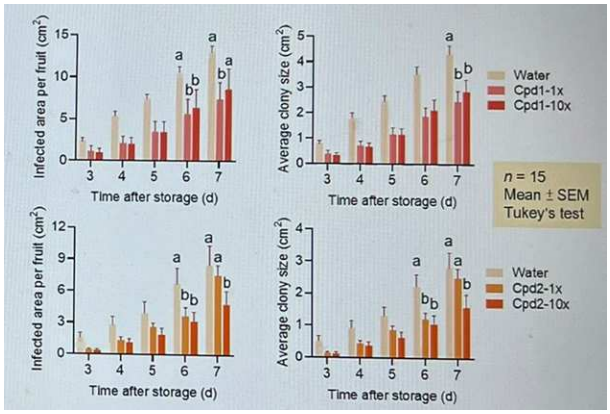
| แหล่งที่มา | รูปแบบที่ใช้ | หน้าที่ |
|---|---|---|
| *Streptomyces* | สารเมตาโบไลต์ขั้นทุติยภูมิ | ยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum sp. Aspergillus sp.* และ *Penicillium sp.* |
| | เอนไซม์ | |
| | เปปไทด์ | |
| ปู/กุ้ง | *Chitosan oligosaccharide* | ทนต่อความเครียด เช่น การบาดเจ็บจากอุณหภูมิเย็น และความเสื่อมชรา |
| | *Chitosan polysaccharide* | |
| ส้ม | สารสกัด | เกิดฟิล์ม เช่น MAP และ Encapsulation |
| | น้ำมัน | |
| **แหล่งที่มา** | **รูปแบบที่ใช้** | **หน้าที่** |
| | *D-limonene* | |
| ผึ้ง | แว็กซ์ | ป้องกันแบคทีเรีย เช่น *Pectobacterium carotovora Ralstonia solanacearum* และ *Xanthomonas campestris* |
| สาหร่าย | *Alginate polysaccharide* | |
| มะพร้าว | น้ำมันมะพร้าว | |

ตัวอย่างการใช้สารชีวภาพ คือ ใช้ *Streptomyces* ร่วมกับน้ำร้อนเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum sp.* ในมะม่วงอ้ายเหวิน สามารถลดการสูญเสียได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ความร้อนฆ่าเชื้อโรคได้โดยตรงและลดการป้องกันตัวของเชื้อโรค ดังภาพด้านล่าง

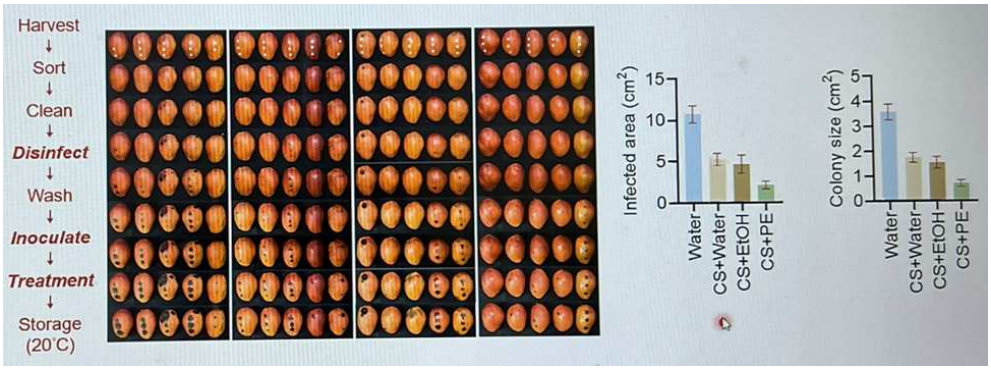



นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการใช้สารชีวภาพไม่ทำให้เนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรด แตกต่างจากการใช้น้ำ (ภาพล่างซ้าย) และลดการติดเชื้อได้มากกว่าและเชื้อที่เกิดมีขนาดโคโลนีเล็กกว่าการใช้น้ำ (ภาพล่างขวา)

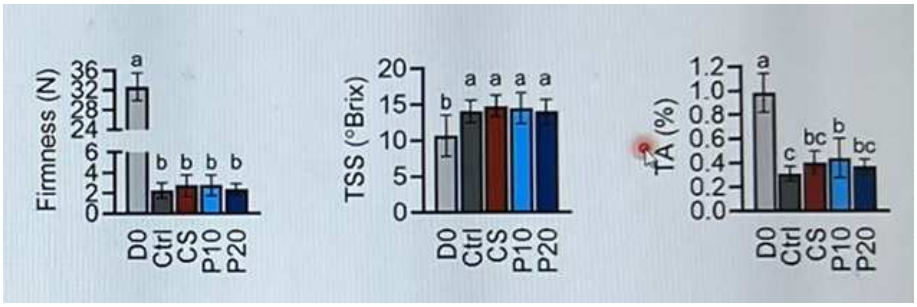



การใช้สารสกัดจากปู/กุ้ง และส้ม เป็นสารชีวภาพเพื่อให้เกิดการสร้างฟิล์มและยับยั้งเชื้อราในมะม่วง โดยพบว่ามีประสิทธิภาพสูง ใช้ได้กว้างขวาง ใช้ง่าย สามารถเก็บไว้ได้ และให้ผลเหมือนกับการใช้ *Streptomyces* คือ ลดการติดเชื้อได้มากกว่าและเชื้อที่เกิดมีขนาดโคโลนีเล็กกว่าการใช้น้ำ ดังภาพด้านล่าง




และไม่ส่งผลต่อเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรด ดังภาพ



**ประโยชน์ที่ได้รับและการขยายผลจากการเข้าร่วมโครงการ**

- ประโยชน์ต่อตนเอง: ได้ทราบถึงวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของแต่ละประเทศ เพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ในฐานะเป็นผู้บริโภคคนหนึ่ง
- ประโยชน์ต่อหน่วยงานต้นสังกัด: สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหรือการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตร ทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรรายย่อยอีกด้วย
- ประโยชน์ต่อสายงานหรือวงการวิชาชีพในหัวข้อนั้นๆ: สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหรือการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตร ทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรรายย่อยอีกด้วย
- กิจกรรมการขยายผลที่ได้ดำเนินการภายในระยะเวลา 60 วันนับจากวันสุดท้ายของโครงการ: เผยแพร่เอกสารการประชุมให้แก่ผู้ร่วมงานที่สนใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว
- กิจกรรมการขยายผลที่จะดำเนินการภายใน 6 เดือนหลังเข้าร่วมโครงการ: เผยแพร่เอกสารการประชุมให้แก่ผู้ร่วมงานที่สนใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว