

เทคโนโลยีการบรรจุผลิตผลทางการเกษตร

ในปัจจุบันการผลิตพืชผักและผลไม้เพื่อส่งออกเป็นสินค้าทั้งในและต่างประเทศนั้น มีการแข่งขันกันอย่างมากมายในด้านการตลาด ผลผลิตที่มีคุณภาพ และการบรรจุที่สะอาด ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและสามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี เทคโนโลยีการบรรจุถือว่ามีความสำคัญในการขั้นตอนการวางจำหน่ายออกสู่ตลาดและการขนส่ง ผลผลิตที่ได้รับการบรรจุที่ดี สามารถปกป้องผลผลิตได้นั้นเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้ในระดับหนึ่ง ปัญหาสำคัญในการเก็บรักษาผู้บริโภค คือ เกษตรกรยังขาดความรู้ในด้านเทคโนโลยีการเก็บผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ด้านการแปรรูป รวมถึงเทคโนโลยีการบรรจุที่เหมาะสมด้วย

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

1. การหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่สิ่งมีชีวิตสามารถสะสมอาหารในรูปแบบต่างๆ เช่น ไขมัน โปรตีน น้ำตาลหรือแป้งถูกแปรรูปให้เกิดพลังงานสำหรับใช้ในการดำรงชีวิต แต่เมื่อเกิดการตัดออกพลังงานต่างๆที่สะสมไว้ไม่เพียงพอส่งผลให้การหายใจทำให้เกิดการใช้อาหารที่สะสมอยู่จนหมดไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้กระบวนการหายใจทำให้พลังงานความร้อน จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำอีกด้วย

2. การสูญเสียน้ำ เป็นกระบวนการที่น้ำเคลื่อนที่ออกจากผลผลิตสู่อากาศภายนอก เพราะผักมีการคายน้ำตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนในตอนหายใจ ดังนั้นน้ำภายในผลผลิตจึงเคลื่อนออกสู่บรรยากาศได้ง่ายและตลอดเวลา โดยคายน้ำออกทางปากใบหรือระเหยที่ผิว

3. ก๊าซเอทิลีน เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต โดยเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดการหายใจมากขึ้น และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต เช่น การเปลี่ยนสี การสุก หรือการเกิดความเสียหาย

เทคโนโลยีการบรรจุ

การบรรจุที่เหมาะสมจะส่งผลช่วยให้ผลผลิตมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น เพราะหน้าที่หลักของภาชนะบรรจุ คือ รวบรวมผลผลิตให้เป็นหน่วยเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการลำเลียง ขนส่ง กระจายสินค้า และปกป้องผลผลิตจากความเสียหายที่สามารถอาจเกิดได้ตลอดเวลาหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งหลักการบรรจุที่บ่งชี้ที่สำคัญ คือ ภาชนะบรรจุต้องแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักผลผลิตและแรงกระแทกกระเทือนจากภายนอกได้ ต้องบรรจุให้แน่นพอดีและเต็ม เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตผลเคลื่อนที่ในระหว่างการขนส่ง และการใช้วัสดุกันกระแทกก็เป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยลดความเสียหายของผลิตผลได้ ซึ่งมีการบรรจุหลายวิธี ดังนี้

1. การบรรจุภายใต้บรรยากาศแบบควบคุม (control atmosphere packaging, CAP) คือการบรรจุผักและผลไม้ในสถานะที่มีการควบคุมอุณหภูมิต่ำ (cold storage) มีการควบคุมสัดส่วนบรรยากาศ ซึ่งส่วนใหญ่ก๊าซที่ถูกควบคุม คือ ปริมาณของก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เพื่อให้มีปริมาณที่เหมาะสมและคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยสถานะดังกล่าวสามารถใช้เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) เพราะช่วยลดอัตราการหายใจ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ ให้นานขึ้นได้

โดยทั่วไปแล้วการบรรจุแบบ CAP ใช้ในระหว่างการเก็บในห้องเย็นขนาดใหญ่ ซึ่งพบในระหว่างการขนส่งที่ใช้ตู้สินค้าขนาดใหญ่ และมีระยะเวลาการขนส่งที่ยาวนาน ดังนั้นการรักษาความเข้มข้นของแก๊สให้คงที่ตลอดเวลาเป็นเรื่องที่ยาก จึงอาจใช้วิธีการพ่นก๊าซที่ต้องการเข้าไปร่วมด้วยอย่างสม่ำเสมอ เพื่อแทนที่อากาศภายในห้องเย็นหรือตู้สินค้า ทำให้ต้นทุนของการบรรจุแบบ CAP ค่อนข้างสูง จึงนิยมใช้กับผักและผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาที่ค่อนข้างยาวนานเพื่อการบริโภคตลอดทั้งปี เช่น กะหล่ำปลี ถั่วบางชนิด กีวี เป็นต้น

นอกจากนี้มีการใช้การบรรจุแบบ CAP ในการเก็บรักษาผักและผลไม้ในระยะเวลาสั้น เพื่อช่วยชะลอการสุกและลดการเกิด chilling injury ลดการเน่าเสีย และช่วยรักษาความสดของผักผลไม้ได้ เช่น กัลยัมมะม่วง องุ่น สตอร์เบอร์รี่ และหน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการบรรจุแบบ CAP ก็ส่งผลกระทบต่อในด้านลบ เช่น ทำให้การสุกที่ผิดปกติ การเกิดกลิ่นที่มาจากความหมักได้ง่าย ถ้าผักผลไม้เกิดการหายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจน เป็นต้น

2. การบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ (modified atmosphere packaging, MAP) เป็นเทคนิคการถนอมอาหารอย่างหนึ่งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารสด ทำได้โดยการบรรจุอาหารในภาชนะบรรจุที่มีการปรับสัดส่วนบรรยากาศภายในให้มีอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่างๆ แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ โดยสัดส่วนของก๊าซที่ใช้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลา อายุการเก็บรักษา ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ และชนิดของวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุด้วย โดยส่วนใหญ่สภาวะการบรรจุแบบ MAP มักใช้กับอาหารอาหารแช่เย็น เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่สด ผักผลไม้สด หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปอาหารแล้วนำมาแช่เย็นภายหลังการบรรจุต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) การใช้การบรรจุ MAP ที่มีความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมกับผักและผลไม้แต่ละชนิด จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาช่วยรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาวะปกติ

ตารางที่ 1 สมบัติการซึมผ่านของฟิล์มแต่ละชนิดสำหรับการบรรจุแบบ MAP

Film	Permeability, cm ³ /m ² d atm for 25 μm film at 25 °C			Water vapour transmission, g/m ² /day/atm (38 °C and 90% RH)
	Oxygen	Nitrogen	Carbon dioxide	
Ethylene vinyl alcohol (EVOH)	3-5	-	-	16-18
Polyvinylidene chloride coated (PVdc)	9-15	-	20-30	-
Polyethylene, LDPE	7800	2800	42000	18
Polyethylene, HDPE	2600	650	7600	7-10

Polypropylene cast	3700	680	10000	10-12
Polypropylene, oriented	2000	400	8000	6-7
Polypropylene, oriented, PVdc coated	10-20	8-13	35-50	4-5
Rigid PVC	150-350	60-150	450-1000	30-40
Plasticized PVC	500-30000	300-10000	1500-46000	15-40
Ethylene vinyl acetate (EVA)	12500	4900	50000	40-60
Polystyrene, oriented	5000	800	18000	100-125
Polyurethane (polyester)	800-1500	600-1200	7000-25000	400-600
PVdc-PVC copolymer (Saran)	8-25	2-2.6	50-150	1.5-5.0
Polyamide (Nylon-6)	40	14	150-190	84-3100

ที่มา: Sandhya (2010)

นวัตกรรมและเทคโนโลยีการบรรจุผักและผลไม้สด

1. พลาสติกที่มีรูขนาดไมโคร (Microperforated films) แต่ก่อนใช้พลาสติกในการห่อหุ้มผักและผลไม้จำนวนมาก แล้วส่งผลให้เกิดการหายใจเพิ่มมากขึ้น จึงมีการพัฒนาฟิล์ม Microperforated โดยฟิล์มนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 40-200 ไมโครเมตร ซึ่งฟิล์ม Microperforated ได้ถูกใช้ในทางการค้ามากกว่า 10 ปีแล้ว และนิยมใช้กับการบรรจุแบบ MAP นอกจากนี้ยังมีฟิล์ม Macroperforated ซึ่งใช้ในการห่อหุ้มผักและผลไม้สดเช่นกัน แต่ไม่สามารถใช้ร่วมกับการบรรจุแบบ MAP ได้ เนื่องจากฟิล์ม Microperforated มีขนาดรูที่เล็กกว่ามาก จึงช่วยลดการแพร่ของก๊าซ และรักษาสมดุลของก๊าซที่ใส่เข้าไปในการบรรจุแบบ MAP ผักและผลไม้ที่นิยมใช้ฟิล์ม Microperforated ได้แก่ ลิ้นจี่ สตอร์เบอร์รี่ บลอคคอร์รี่ และเห็ด ซึ่งฟิล์ม Microperforated ใช้ร่วมกับกับภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติก โดยช่วยลดพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ และการสูญเสียน้ำ

2. ภาชนะพลาสติกพร้อมฝาปิดพลาสติก (tray and lid) ซึ่งฝาด้านบนที่ปิดผนึกกับตัวภาชนะต้องมีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนที่ดี แต่ยังคงต้องมีสมบัติในการปิดผนึกที่ดี เพื่อช่วยรักษาภาวะการดัดแปลงสภาวะบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ

3. การใช้ไบโอพลาสติกและพลาสติกที่แตกสลายทางชีวภาพ (Bioplastics and biodegradable plastic) โดยเป็นพลาสติกที่ได้จากแหล่งทรัพยากรที่สามารถทดแทนได้ นำมาใช้ทดแทนพลาสติกที่มาจากปิโตรเลียม แต่ไบโอพลาสติกและ

พลาสติกที่แตกสลายทางชีวภาพก็ยังมีข้อจำกัด เช่น การไวต่อความชื้น ความเปราะ ซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำมาเป็นภาชนะบรรจุ จึงมีการพัฒนาการนำไปใช้ไปโอพลาสติกและพลาสติกที่แตกสลายทางชีวภาพมาใช้เคลือบหรือลามิเนตบนวัสดุอื่น เช่น การลามิเนตไคโตซาน หรือการเคลือบเซลลูโลสบนฟิล์มพอลิคาร์โปแลคโตน เป็นต้น

ดังนั้นทั้งนี้ปัจจัยในการเลือกภาชนะบรรจุสำหรับการบรรจุผักและผลไม้ คือ อัตราการหายใจของผักและผลไม้ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ประเภทของการบรรจุ และสมบัติการซึมผ่านของก๊าซของภาชนะบรรจุแต่ละชนิด

ตารางที่ 2 สมบัติของวัสดุฟิล์มสำหรับภาชนะบรรจุ

Material	Properties
Paper	Strength; rigidity; opacity; printability.
Aluminum foil	Negligible permeability to water vapour, gases and odours; grease proof, opacity and brilliant appearance; dimensional stability; dead folding characteristics.
Cellulose film (coated)	Strength; attractive appearance; low permeability to water vapour (depending on the type of coating used), gases, odours and greases; printability.
Polythene	Durability; heat-sealability; low permeability to water vapour; good chemical resistance; good low-temperature performance.
Rubber hydrochloride	Heat-sealability; low permeability to water vapour, gases, odours and greases; chemical resistance.
Cellulose acetate	Strength; rigidity; glossy appearance; printability; dimensional stability.
Vinylidene chloride	Low permeability to water vapour, gases, copolymer odours and greases; chemical resistance; heat-sealability.
Polyvinyl chloride	Resistance to chemicals, oils and greases; heat-sealability.
Polyethylene terephthalate	Strength; durability; dimensional stability; low permeability to gases, odours and greases.

ที่มา: Sandhya (2010)

เอกสารอ้างอิง

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก้าวกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. ลินคอร์นโพรโมชั่น, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช และธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดี. 2543. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม.

Müller C.M.O., F. Yamashita, M.V.E. Grossmann and S. Mali. 2012. Films and coatings produced from biopolymers and composites. pp. 145-216. In Sun D.W. eds. Biopolymer engineering in food processing. CRC press, USA.

Hong Z. M.M. Barth and L. Cisneros-Zevallos. 2014. Modified Atmosphere Packaging for Fresh Fruits and Vegetables. pp. 445-473. In Ho J.B., M.M. Barth, Y. Byun, L. Cisneros-Zevallos and M. Corrales. eds. Innovations in Food Packaging. Academic Press, USA.

Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. LWT - Food Science and Technology 43 (3): 381-392.