บทที่ 2

สาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสุกของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว

การสุกของผลไม้มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกี่ยวกับสรีระและเคมี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลไม้ การสุกของผลไม้เป็นการเปลี่ยนจากผลที่แก่ในทางสรีระแต่ยังบริโภคไม่ได้ให้ไปอยู่ในสภาพที่มีกลิ่น สี และรสชาติดึงดูดน่าบริโภค การสุกของผลไม้เป็นสิ่งที่แสดงถึงการพัฒนาที่สมบูรณ์ของผลไม้ และเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถจะทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้อีก (สายชล, 2528) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของผลไม้จะพบการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น ภายหลังการเก็บเกี่ยวมักมีการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น โดยสีเขียวจะหายไปและมักปรากฏสีเหลืองหรือสีแดงขึ้นแทน เมื่อผลไม้เริ่มแก่จัดปริมาณคลอโรฟิลด์มีแนวโน้มที่จะถูกทำลายแต่ปริมาณแคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานินจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแร่ธาตุจะมีผลต่อผลไม้ในด้านคุณภาพทาง สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนี้ปริมาณน้ำซึ่งโดยทั่วไปน้ำในเซลล์จะลดลงเมื่อผลไม้เจริญเติบโตขึ้น ดังนั้นในผลไม้บางชนิดอาจใช้ความชื้นเป็นตัวชี้บอกความแก่อ่อนได้ ผลไม้เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่คาร์โบไฮเดรตจะเปลี่ยนจากสตาร์ชเป็นน้ำตาล ส่วนปริมาณโปรตีนจะไม่เห็นแนวทางการเปลี่ยนแปลงที่แน่ชัด โดยเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งนั้นอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ และเมื่อผลไม้เริ่มแก่จัดปริมาณกรดอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ โดยปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกกันโดยทั่วไปว่าสัดส่วนบริกซ์ต่อกรด และภายหลังการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจของผลไม้มีการหายใจเกิดขึ้นตลอดเวลา การวัดอัตราการหายใจอาจทำได้โดยการวัดอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลไม้ชนิดนั้น ๆ อัตราการหายใจของผลไม้สามารถบ่งชี้ได้ว่าผลไม้ชนิดนั้นมีอายุการเก็บรักษาได้นานมากน้อยเท่าใด ซึ่งพบว่าผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงจะเน่าเสียได้ง่าย และมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำภายหลังการเก็บเกี่ยว (จริงแท้, 2544)

การสุกของผลไม้สามารถจำแนกออกตามอัตราการหายใจได้ 2 กลุ่ม คือ

1. ผลไม้ประเภท Climacteric fruit เป็นกลุ่มของผลไม้ที่บ่มแล้วสุก และจะมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นขณะที่ผลไม้เริ่มสุก โดยจะเริ่มมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีกระบวนการสุกเกิดขึ้นจนถึงจุดที่มีอัตราการหายใจสูงสุด ซึ่งอัตราการหายใจจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 2-3 เท่าของอัตราการหายใจต่ำสุดหรืออาจจะมากกว่านี้ เรียกว่า Climacteric peak ผลไม้ประเภทนี้จะถูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บมาจากต้นในระยะที่ผลแก่จัด ซึ่งมีอัตราการหายใจลดลงถึงจุดต่ำสุด และเมื่อผลไม้เริ่มสุกอัตราการหายใจจะเพิ่มสูงขึ้น ผลไม้กลุ่มนี้ได้แก่ แอปเปิล กล้วย อะโวกาโด แคนตาลูป ฝรั่ง ละมุด มะละกอ เสาวรส สาลี่ และมะเขือเทศ เป็นต้น (ดนัย และนิธิยา, 2533)

2. ผลไม้ประเภท Non climacteric fruit เป็นกลุ่มของผลไม้ที่บ่มแล้วไม่สุก และจะมีอัตราการหายใจคงที่เมื่อผลไม้เริ่มสุก โดยกระบวนการสุกจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยวออกจากต้น ดังนั้นจึงควรเก็บเกี่ยวผลไม้ในระยะที่มีคุณภาพเหมาะสม เพื่อลดการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากผลไม้อาจมีคุณภาพต่ำ ตัวอย่างผลไม้กลุ่มนี้ได้แก่ เชอรี่ องุ่น ลิ้นจี่ สับปะรด ชมพู่ สตรอเบอรี่ และส้มชนิดต่าง ๆ เป็นต้น (ดนัย และนิธิยา, 2533)

อัตราการหายใจของผลไม้แบบ climacteric หลังการเก็บเกี่ยวแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ คือ (1) pre-climacteric เป็นช่วงที่มีการหายใจในอัตราที่ต่ำก่อนที่จะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น (2) climacteric เป็นช่วงที่การหายใจเพิ่มอัตราขึ้นอย่างมาก (3) climacteric peak เป็นจุดที่มีอัตราการหายใจสูงที่สุด ช่วงนี้ผลไม้จะมีคุณภาพเหมาะสมต่อการบริโภค (4) post-climacteric เป็นช่วงหลังจากที่อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงที่สุดแล้วอัตราการหายใจจะลดลง (ภาพ 2.1) และการที่ผลไม้บางชนิดมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการสุก เนื่องจากระหว่างการสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงนี้ต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่ง ซึ่งได้จากการหายใจ อัตราการหายใจของผลไม้จึงเป็นดัชนีชี้บ่งให้ทราบว่าผลไม้นั้นได้เปลี่ยนจากระยะการเจริญเติบโตและระยะแก่ เข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพแล้ว ส่วนอัตราการหายใจของผลไม้แบบ non climacteric fruit จะลดลงตลอดเวลาหลังการเก็บเกี่ยว (จริงแท้, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.1 เปรียบเทียบอัตราการหายใจของผลไม้ประเภท climacteric และ non climacteric ในช่วงของการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ

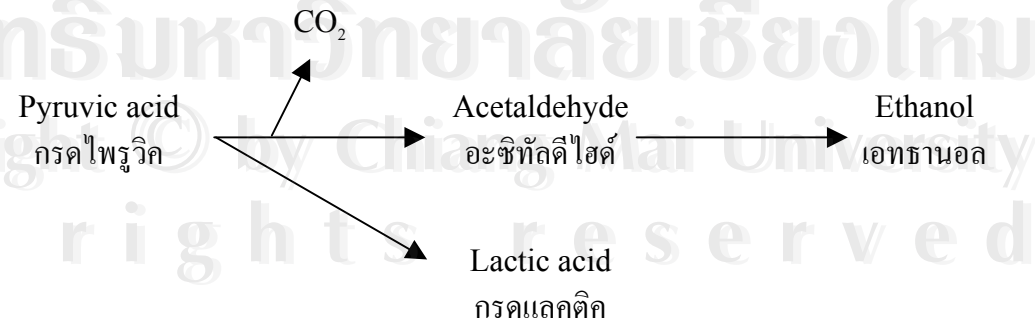
การหายใจ (respiration) เป็นกระบวนการสลายสารอินทรีย์ซึ่งสะสมพลังงานศักย์ไว้มาก ให้เป็นสารอินทรีย์ซึ่งมีพลังงานสะสมต่ำกว่า พร้อมกับพลังงานซึ่งพืชจะนำไปใช้ต่อไป การหายใจนี้อาจเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การหายใจที่ใช้ออกซิเจน (aerobic respiration) เป็นการหายใจที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดชั่นของน้ำตาลให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน ซึ่งในปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจะมีกรดอินทรีย์ต่างๆเอนไซม์และโคเอนไซม์ต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องในการใช้ออกซิเจนผ่าน respiration chain ขบวนการออกซิเดชั่นของน้ำตาลที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์สรุปได้เป็นสมการดังนี้

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{พลังงาน}$$

เนื่องจากพืชสะสมคาร์โบไฮเดรทไว้ในรูปของแป้ง ซึ่งจะถูกสลายให้เป็นน้ำตาลเสียก่อนโดยอาศัยเอนไซม์อะมัยเลส (amylase) และมอลเตส (maltase) พืชจะสะสมคาร์โบไฮเดรทไว้ในรูปของน้ำตาลซูโครส ซึ่งเซลล์ของพืชจะเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลกลูโคสโดยอาศัยปฏิกิริยาต่าง ๆ

2. การหายใจที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) การหายใจชนิดนี้บางทีเรียกว่า การหมัก (fermentation) เป็นการหายใจที่ไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้ในจำนวนจำกัด ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นเป็นการสลายน้ำตาลกลูโคสผ่านวิถีไกลโคไลสิสเช่นเดียวกัน แต่กรดไพรูวิคจะถูกเปลี่ยนต่อเป็นกรดแลคติคหรือเป็นสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ เช่น อะซิทัลดีไฮด์ และเอทธิลแอลกอฮอล์ (ภาพ 2.2) ซึ่งวิถีไกลโคไลสิสเป็นขบวนการเปลี่ยนโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสให้เป็นกรดไพรูวิค เกิดขึ้นในไซโตพลาสม์ของเซลล์โดยที่น้ำตาลกลูโคสจะถูกออกซิไดซ์เป็นสารต่าง ๆ จนในที่สุดเกิดขึ้นเป็นกรดไพรูวิค วิถีไกลโคไลสิสนี้เป็นขั้นตอนของการหายใจที่ยังไม่ต้องการออกซิเจน ผลที่ได้รับจากวิถีไกลโคไลสิสคือ พลังงานในรูปของ ATP



ภาพ 2.2 การเปลี่ยนแปลงของวิถีไกลโคไลสิส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลไม้แต่ละชนิดจะมีอัตราการหายใจต่างกันซึ่งอัตราการหายใจนี้จะแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายใน โดยทั่วไปผลไม้จะถูกเก็บเกี่ยวในระยะที่มีคุณภาพต่าง ๆ ใกล้จะเหมาะกับการบริโภค ทำให้ผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการเสื่อมเสียรวดเร็วกว่าผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำ หลังการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจของผลไม้นี้จะวัดจากอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเนื้อเยื่อ จากการศึกษาพบว่าอัตราการผลิตก๊าซจากแต่ละส่วนของผลไม้ชิ้นเดียวกันจะต่างกัน และอัตราการผลิตก๊าซในแต่ละชั้นของเซลล์ก็ต่างกัน การวัดอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะวัดเป็นค่ารวมทั้งหมดของเนื้อเยื่อทั้งชิ้น ผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำโดยมากจะสามารถเก็บไว้ในสภาพสดได้นานกว่ามีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ดังนั้นการวัดอัตราการหายใจของผลไม้เพื่อนำค่าที่ได้มาใช้ทำนายอายุของการวางตลาดของผลไม้ชนิดต่าง ๆ (ดนัย, 2534)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสเซลล์พืชแต่ละชนิดมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน เพราะส่วนประกอบของผนังเซลล์ไม่เหมือนกัน และส่วนประกอบของผนังเซลล์ที่แตกต่างกันจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้วย นอกจากนี้แม้แต่ในพืชชนิดเดียวกันในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันอีกด้วย (El-Zoghbi, 1994) การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลไม้สดพร้อมบริโภคเกิดขึ้นเนื่องจากรอยแผลที่เกิดจากการปอกและหั่นชิ้นจะกระตุ้นให้มีการสร้างสารเอทิลีนเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ คือ เพิ่มการซึมผ่านของผนังเซลล์ (cell permeability) ทำให้องค์ประกอบภายในเซลล์สูญเสียโครงสร้าง (comparmentation) เร่งอัตราการหายใจและการเสื่อมสลาย (senescence) ให้เกิดเร็วขึ้นเร่งการทำงานของเอนไซม์ทำให้ผลไม้นุ่มเร็วขึ้น (Abe and Watada, 1991)

2.2 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผลไม้

การเน่าเสียของเนื้อเยื่อผลไม้สดพร้อมบริโภคที่มีสาเหตุมาจากเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปัจจัยภายในของผลไม้เอง และความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในผลไม้นั้น (Brackett, 1987) ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่

1) ความเป็นกรดหรือพีเอชของผลไม้ (acidity, pH) ความเป็นกรดของผลไม้มีผลต่อชนิด และความสามารถในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาของผลไม้นั้น ผลไม้ส่วนใหญ่ เช่น มะนาว ส้ม สับปะรด ท้อ และแอปเปิล มีค่าพีเอชต่ำกว่า 4.6 ซึ่งภายใต้สภาวะที่เป็นกรดเช่นนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตสารพิษซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เช่น *Clostridium botulinum* (Day, 1993) อย่างไรก็ตามผลไม้บางชนิดที่มีค่าพีเอชสูงกว่า 4.6 อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เกือบทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าเชื้อราในภาวะพีเอชเช่นนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2) Water activity (a_w) ผลไม้ส่วนใหญ่มีปริมาณความชื้นสูงมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.97 ถึง 0.99 ซึ่งสภาวะเช่นนี้เหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มาก เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีค่า a_w แตกต่างกันคือ เชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีค่า a_w อย่างน้อย 0.90 ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีค่า a_w อย่างน้อย 0.87 และเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีค่า a_w ประมาณ 0.80 (Robertson, 1993)

เนื้อเยื่อพืชโดยเฉพาะผลไม้บางชนิดจะมีพีเอชต่ำ และมีน้ำตาลอยู่สูง ปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่จะเจริญเติบโตบนผลไม้สดพร้อมบริโภคได้ ตัวอย่างเช่น เชื้อรา จะเจริญเติบโตดีบนแอปเปิลที่แก่ ถ้าเป็นผักสลัดการเน่าเสียจะเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย สำหรับเนื้อเยื่อที่มีการบอบช้ำหรือถูกทำลายระหว่างการเก็บเกี่ยว หรือจากกระบวนการผลิตจะทำให้เกิดการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าเนื้อเยื่อปรกติ เพราะมีการรั่วไหลของสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเนื้อเยื่อที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบอยู่สูง เช่น หัวมันฝรั่งแก่ หรือเนื้อเยื่ออ่อนที่มีน้ำตาลอยู่สูง เช่น sweet pea จะมีการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในอัตราที่แตกต่างกัน การควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มักทำโดยการเก็บรักษาอาหารไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสามารถชะลอการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Walker and Stringer, 1990)

เอนไซม์จากเชื้อจุลินทรีย์ยังสามารถทำลายเนื้อเยื่อพืชได้โดยเฉพาะเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาสลายตัวของเซลลูโลสและเปคติน (cellulolytic enzyme และ pectinolytic enzyme) โดยเชื้อราสามารถผลิตเอนไซม์ได้ทั้ง 2 ชนิด และมีแบคทีเรียจำนวนหนึ่งมีสามารถผลิตเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของเปคตินได้ เช่น *Erwinia* , *Pseudomonas* และ *Bacillus* มีผลทำให้เนื้อเยื่อผลไม้นิ่มลง (King and Bolin, 1989) วิธีการวัดการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์มีหลายวิธีแต่วิธีที่นิยมกันมากคือ การนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยการใช้ Standard microbial plate count techniques อีกวิธีหนึ่งใช้วัดกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์คือ การใช้วิธีทางเคมีวัดสารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น การวัดแอลกอฮอล์ที่ผลิตโดยยีสต์ และการวัดปริมาณกรดแลคติคที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักดองอัตราส่วนของเชื้อแบคทีเรียกรัมบวกและเชื้อแบคทีเรียกรัมลบ หรือมีการเพิ่มขึ้นของกรดแลคติกก็เป็นตัวบ่งชี้ถึงการใช้อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมการเก็บรักษาสลัดผักที่อุณหภูมิต่ำ ชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้จะเป็นพวกกรัมลบ ขณะที่อุณหภูมิสูงชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่เจริญเติบโตจะเป็นพวกกรัมบวกชนิดที่ผลิตกรดแลคติก

King and Bolin (1989) รายงานว่ามีปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในแคนตาลูปและแตงโมซึ่งหั่นเป็นชิ้นลูกเต๋าระหว่างการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ผลการค้นคว้ายังพบว่ามีเชื้อแบคทีเรียเป็นจำนวนมาก ที่สามารถเจริญได้ดีบนผลไม้สด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

พร้อมบริโภคที่อุณหภูมิต่ำ และก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค จึงควรมีการเตือนผู้ที่นิยมบริโภคผลไม้สดพร้อมบริโภคให้ระวังอันตรายที่อาจเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ด้วย เช่น ในสหรัฐอเมริกาพบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella chester* ในแคนตาลูปพร้อมบริโภคทำให้มีคนตาย 2 คน จึงแนะนำให้ผู้ผลิตล้างผลแคนตาลูปด้วยน้ำคลอรีนก่อนนำไปปอกเปลือกและหั่นชิ้น ต้องเก็บรักษาแคนตาลูปที่หั่นชิ้นแล้วไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส ไม่ให้วางจำหน่ายนานเกิน 2 ชั่วโมง เนื่องจากเชื้อ *Salmonella* ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

2.3 การเก็บรักษาผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว

การเก็บรักษาผลไม้สดมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเก็บผลิตผลให้อยู่ในสภาพปกติได้นานที่สุด นิยมทำการเก็บรักษาเมื่อมีผลิตผลล้นตลาดหรือมีมากเกินความต้องการ การเก็บรักษาที่ดีจะต้องพยายามรักษาความสดของผลิตผลให้คงอยู่ได้นานที่สุด (ดนัย และนิธิยา, 2533) โดยอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดในการเก็บรักษาผลไม้ไว้ที่อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็ง และอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลไม้ขึ้นกับชนิดของผลไม้ด้วย ผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดมาจากเขตหนาว เช่น แอปเปิ้ล สาลี่ ท้อ และสตรอเบอรี่ สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็ง แต่ผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดมาจากเขตร้อน เช่น มะม่วง กล้วย เงาะ และทุเรียน ควรเก็บรักษาไว้ที่ช่วงอุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส หากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้จะเกิดอันตราย เนื่องจากอุณหภูมิต่ำหรือเกิดอาการสะท้านหนาว ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นเพราะเกิดการเน่าเสียเร็ว สีผิวผิดปกติ มีการสุกที่ผิดปกติ และเกิดการยุบตัวเป็นรอยบุ๋มของเนื้อเยื่อ (สายชล, 2528)

2.3.1 การใช้อุณหภูมิต่ำ

การใช้อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้อัตราเร็วของเมตาบอลิสม์ช้าลงชะลอการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อ เมื่ออุณหภูมิลดลงทุก 10 องศาเซลเซียส อัตราเร็วของปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะลดลง 2-4 เท่า และการลดอุณหภูมิจาก 10 องศาเซลเซียส เหลือศูนย์องศาเซลเซียส สามารถลดประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ลงได้ครึ่งหนึ่ง อุณหภูมิต่ำจึงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้สดไว้ได้ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถชะลออัตราการสุก การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาจะต้องเหมาะสมกับชนิดของผลไม้นั้นๆ การเก็บรักษาผลไม้สดที่อุณหภูมิต่ำเกินไปจะเกิดการเสียหายเนื่องจากความเย็นได้ (Lyons and Breicenbach, 1987) โดยผลไม้สดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำเกินไปจะมีสีที่ผิดปกติ มีรอยช้ำ มีการยุบตัวของเนื้อเยื่อ (Bognar, 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Walker and Stringer (1990) รายงานว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในระหว่างกระบวนการผลิตและการวางจำหน่ายผลไม้สดพร้อมบริโภค โดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจะมีผลช่วยให้ช่วงการปรับตัว (lag phase) ของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นหรือเพิ่มระยะเวลาที่เชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (generation time) ให้นานขึ้นทำให้อัตราการสืบพันธุ์ (rate of reproduction) ของจุลินทรีย์ช้าลง โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญเติบโตที่อุณหภูมิต่ำ (psychrophilic) ช่วง 0–20 องศาเซลเซียส มีอัตราการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งชอบเจริญที่อุณหภูมิมิปานกลาง (mesophilic) สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิช่วง 20–45 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ 30–40 องศาเซลเซียส ดังนั้นจุลินทรีย์ที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำจึงมีผลทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหารที่เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นได้ (Brackett, 1994)

2.3.2 เก็บรักษาโดยควบคุมสภาพบรรยากาศ (controlled-atmosphere storage, CAS)

นิยมใช้กับผลไม้ที่สุกภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือที่เน่าเสียแล้วถึงแม้จะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเหมาะสมที่สุดก็ตาม ส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศจะถูกควบคุม ติดตาม และหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ โดยผ่านสารดูดจับ (scrubbers) เช่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ activated carbon เพื่อควบคุมความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจุบันจะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมส่วนประกอบของบรรยากาศ ควบคุมการระบายอากาศ และการดูดจับก๊าซผ่านสารดูดจับเพื่อรักษาส่วนประกอบของบรรยากาศภายในห้องเก็บรักษาให้คงที่ตลอดระยะเวลาที่การเก็บรักษา นอกจากนั้นยังต้องควบคุมให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูงประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการเก็บรักษาในห้องเย็นธรรมดา เพื่อรักษาความสด กรอบ และลดการสูญเสียน้ำหนัก (นิธิยา, 2544)

2.3.3 เก็บรักษาโดยปรับสภาพบรรยากาศ (modified-atmosphere storage, MAS)

เป็นการเก็บรักษาในภาวะที่ปิดสนิท การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของบรรยากาศที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการหายใจของอาหารสด ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของก๊าซออกซินเจนค่อย ๆ ลดลง และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น MAS เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเก็บรักษาเมล็ดธัญพืช โดยเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงซึ่งจะมีผลในการทำลายแมลงและเชื้อราได้การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของบรรยากาศภายในห้องเก็บรักษาอาจใช้สารดูดจับหรือใช้ก๊าซจากถังบรรจุก๊าซโดยตรง ข้อเสียของวิธีนี้คือ ค่าใช้จ่ายสูงและควรใช้กับพืชที่เก็บรักษาไว้ได้นาน เช่น แอปเปิ้ล หรือหากเก็บรักษาช่วงระยะเวลาสั้นจะต้องได้ราคาดี พืชบางชนิดเก็บรักษารวมกันไม่ได้เพราะจะเกิดกลิ่นจากพืชอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นระบบปิดและอาจต้องการภาวะของบรรยากาศที่แตกต่างกัน การเก็บรักษาด้วยวิธี CAS และ MAS ยังต้องควบคุมความชื้นและการหมุนเวียนหรือการถ่ายเทของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อากาศให้เหมาะสมด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะขาดออกซิเจน ซึ่งจะทำให้เนื้อเยื่อพืชผลิตแอลกอฮอล์จากกระบวนการหมักได้ (นิธิยา, 2544)

2.3.4 เก็บรักษาโดยปรับสภาพบรรยากาศ(modified-atmosphere packaging, MAP)

เป็นการบรรจุอาหารลงในภาชนะบรรจุที่ทำด้วยฟิล์มซึ่งยอมให้มีการซึมผ่านเข้าออก (permeability) ของความชื้นหรือไอน้ำ ก๊าซออกซิเจน ไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ อากาศจะถูกดูดออกจากภาชนะบรรจุแล้วเติมก๊าซส่วนผสมใหม่ลงไปแล้วปิดภาชนะบรรจุให้สนิท ระหว่างการเก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุเกิดขึ้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของอาหารสดซึ่งจะผันแปรตามอุณหภูมิ และภาวะที่ใช้ในการเก็บรักษาการยอมให้มีไอน้ำและก๊าซต่างๆซึมผ่านเข้าออกผ่านภาชนะบรรจุความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการซึมผ่านเข้าออกของก๊าซผ่านฟิล์มที่ใช้ (นิธิยา, 2544)

2.4 ภาชนะบรรจุผลไม้

บรรจุภัณฑ์อาหารมีบทบาทสำคัญในการรักษาคุณภาพอาหารไม่ให้เน่าเสียและในขณะเดียวกันก็ช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพของอาหาร ลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากภายนอก ให้ความสะดวกสบายในการขนส่งและการจำหน่าย การเลือกประเภทของบรรจุภัณฑ์อาหารให้เหมาะสมกับประเภทของอาหารจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลิตผลทางการเกษตรภายหลังการเก็บเกี่ยวยังเป็นสิ่งมีชีวิต มีขบวนการเมตาบอลิสม์ต่าง ๆ เช่น การหายใจ การคายความร้อน การคายน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่าง ๆ การเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยลดขบวนการดังกล่าวให้เกิดช้าลง เมื่อนำผลิตผลที่มีคุณภาพสูงบรรจุใส่ในภาชนะ จะรักษาคุณภาพที่ดีของผลิตผลให้คงอยู่ได้นานขึ้น ถึงแม้ภาชนะบรรจุไม่ได้เป็นตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตผลให้ดีขึ้นก็ตาม (ปุ่น และสมพร, 2541)

การใช้ภาชนะบรรจุมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่

1) ป้องกันผลิตผลไม่ให้เสียหาย อันเนื่องมาจากการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยต้องถือหลักว่าผลิตผลที่อยู่ในภาชนะจะต้องอยู่นิ่ง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากการเคลื่อนไหว ทำให้มีรอยแผลจากการเสียดสีระหว่างผลิตผลหรือระหว่างผลิตผลกับภาชนะบรรจุ ดังนั้นการบรรจุผลิตผลลงในภาชนะนั้นจะต้องบรรจุให้เต็มพอดีไม่แน่นหรือน้อยเกินไป การบรรจุจะต้องคำนึงถึงการวางทับกันของผลิตผลภายในภาชนะด้วย ถ้าเป็นผลิตผลที่ช้ำได้ง่ายไม่ควรวางทับกันหลายชั้น ควรใช้ภาชนะที่ไม่ลึกเกินไปและภาชนะบรรจุที่ใช้จะต้องแข็งแรงพอที่จะป้องกันไม่ให้ผลิตผลเกิดความเสียหายได้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ป้องกันการสูญเสียน้ำ ผลิตผลที่อยู่ในภาชนะจะสูญเสียน้ำน้อยกว่าผลิตผลที่ไม่ได้บรรจุอยู่ในภาชนะบางครั้งจะมีการใช้แผ่นพลาสติกห่อผลิตผลก่อนนำไปใส่ในภาชนะบรรจุ หรือใช้แผ่นพลาสติกรองไว้ในภาชนะบรรจุก่อนที่จะใส่ผลิตผลลงไปจะช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดีขึ้น

3) สะดวกในการเคลื่อนย้าย เพราะภาชนะบรรจุทำหน้าที่รวบรวมผลิตผลให้เป็นหน่วยเดียวกัน ทำให้สะดวกในการขนย้ายในระบบการตลาดและการจำหน่าย

4) ช่วยให้ขบวนการหรือขั้นตอนที่ต้องการทำภายหลังการเก็บเกี่ยวสะดวกขึ้น เช่น ผลิตผลที่ใส่ในภาชนะบรรจุ จะทำให้การใช้สารเคมีฆ่าเชื้อราหรือการใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือการรมควันหรือการลดความร้อนทำได้สะดวกยิ่งขึ้น

5) ภาชนะบรรจุช่วยแยกผลิตผลที่มีเกรดหรือมาตรฐานต่างกันออกจากกัน โดยบรรจุผลิตผลที่มีมาตรฐานเหมือนกัน อยู่ในภาชนะบรรจุเดียวกัน

6) ผลิตผลที่อยู่ในภาชนะบรรจุดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ภาชนะบรรจุเพื่อขายปลีกแก่ผู้บริโภคโดยตรง

2.4.1 ชนิดของพลาสติกที่ใช้บรรจุผลไม้

ปัจจุบันเกษตรกรนิยมใช้ถุงพลาสติกบรรจุผลิตผล ประเภทผักและผลไม้เพราะสะดวกในการใช้ หาซื้อได้ง่าย และราคาถูก แต่เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม เพราะทำให้ผลิตผลช้ำ และเสียหายได้ง่าย การเลือกใช้ภาชนะบรรจุแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อเสียต่างกัน ภาชนะบรรจุแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมสำหรับผักและผลไม้แต่ละชนิด จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมต่อการเก็บรักษาด้วย บรรยากาศภายในภาชนะบรรจุในการใช้แผ่นพลาสติกฟิล์มห่อผลิตผลนั้น พลาสติกแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการยอมให้ก๊าซซึมผ่านเข้าออกได้แตกต่างกัน ตามปกติฟิล์มมักจะยอมให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึมผ่านเข้าออกได้ง่ายกว่าออกซิเจน ดังนั้นอัตราการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจจึงน้อยกว่าอัตราการหายไปของออกซิเจน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการสะสมและการหายไปของก๊าซ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลเสีย เช่น เกิดกลิ่นและรสชาติผิดไป สามารถแก้ปัญหาได้โดยการเจาะรูบนแผ่นฟิล์มโพลีเอทธิลีนนั้น ถ้าปิดผนึกหมดเมื่อโดนแสงแดดจะเกิดก๊าซเอทธิลีนสะสมอยู่ในถุง จึงต้องระมัดระวังปัญหานี้ด้วย เพราะจะทำให้ผลไม้ที่อยู่ภายในสุกเร็วขึ้นหรือใบผักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วขึ้นได้ ถ้าก๊าซออกซิเจนหายไปหมดจากบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ จะทำให้มีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน สารระเหยต่าง ๆ เช่น แอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเกิดการสะสม (ปุ่น และสมพร, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิดฟิล์มพลาสติกที่นิยมเป็นภาชนะบรรจุ ได้แก่

1.โพลีไวนิลคลอไรด์

2. โพลีโพรไพลีน

3. โพลีสไตรีน

ฟิล์มพลาสติกที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุเหล่านี้มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างของโมเลกุล สารที่ผ่านเข้า-ออก ของก๊าซ และไอน้ำผ่านฟิล์มพลาสติกชนิดต่าง ๆ

2.4.1.1 ฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride, PVC)

ฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งในกลุ่มไวนิล (vinyl) ซึ่งมีการใช้อย่างกว้างขวาง เกิดจากกระบวนการโพลีเมอไรเซชั่นของไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (CH_2=CHCl) ที่อุณหภูมิ 45–50 องศาเซลเซียส โดยมีน้ำ โมโนเมอร์ สารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) และสารช่วยให้อีมัลชั่นคงตัว (emulsifier) ทำปฏิกิริยาร่วมกันได้เป็นโพลีไวนิลคลอไรด์ ซึ่งเป็นโฮโมโพลีเมอร์ มีสูตรโครงสร้าง ดังนี้

$$---(--CH_2 = CHCl --)-_n—$$

กรณีที่ต้องการให้ฟิล์มมีสมบัติยืดหยุ่นและอ่อนตัวจะต้องเพิ่มสารพลาสติกไซเซอร์ในปริมาณที่มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ลงไปในกระบวนการผลิตด้วย เนื่องจากโพลีไวนิลคลอไรด์มีลักษณะที่แตกต่างไปจากพลาสติกชนิดอื่น ๆ คือ ใช้ผสมสารเติมแต่ง (additive) ได้มาก จึงทำให้สามารถปรับฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ให้มีสมบัติต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้แต่ต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อการใช้งาน เช่น หากต้องการผลิตเป็นภาชนะบรรจุอาหารจำเป็นต้องระมัดระวังเป็นพิเศษไม่ให้สารเติมแต่งหลุดออกมาปนเปื้อนกับอาหารที่บรรจุได้ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

สมบัติของฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์

1) โปร่งใส ไม่เป็นฝ้าขุ่นมัวแม้อยู่ในที่ ๆ มีอุณหภูมิต่ำ
2) มีความเหนียวสูง
3) มีความทนทานต่อสารเคมี รวมทั้งกรดและด่าง
4) ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ต่ำ
5) ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง จนถึงต่ำ ขึ้นอยู่กับสารเติมแต่งที่ใส่ลงไป
6) ป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำมันได้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7) มีราคาถูก

8) มีสมบัติในการพิมพ์ได้ดี

การใช้ประโยชน์ของฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์

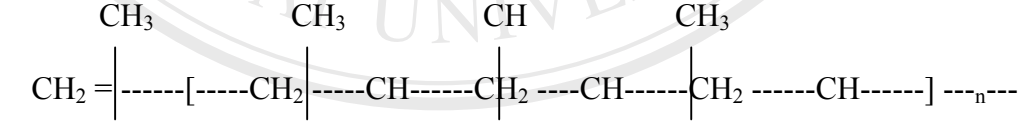
1) ใช้ห่อหรือผลิตเป็นถุงพลาสติกในการบรรจุผลิตผลสด เช่น ผักและผลไม้ เพื่อให้ไอน้ำและก๊าซผ่านเข้า–ออกได้ นอกจากนั้นยังใช้บรรจุเนื้อแดงเพื่อให้ก๊าซออกซิเจนผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน ช่วยรักษาสีเนื้อแดงของเนื้อไว้ได้

2) ผลิตเป็นฟิล์มหดสำหรับหุ้มรัดสินค้าเพื่อรวมให้เป็นหน่วยใหญ่หรือเป็นชุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าที่ขายปลีก

3) ผลิตเป็นฟิล์มยืดชนิดที่มีสมบัติเกาะติดกัน (cling film) สำหรับการห่อรัดผักและผลไม้สด เนื้อสัตว์ เนื้อปรุงสำเร็จเพื่อขายปลีก แซนด์วิช เป็นต้น รวมทั้งฟิล์มยืดที่ใช้หุ้มรัดสินค้าหน่วยใหญ่บนแท่นรองรับสินค้าเพื่อการขนถ่ายด้วย (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2538)

2.4.1.2 ฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพลีน (polypropylene, PP)

ฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพลีนผลิตโดยกระบวนการโพลีเมอไรเซชั่นของโพรไพลีนโมโนเมอร์ (CH_2=CH-CH_3) ที่ความดัน 5-40 บรรยากาศ อุณหภูมิ 50–90 องศาเซลเซียส โดยมีคะตะลิสต์และตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอนอีกเล็กน้อย (น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) โพลีโพรไพลีนที่ได้จะเป็นพวกโฮโมโพลีเมอร์ และมีโครงสร้างเป็นผลึกประมาณ 65–70 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาแน่นประมาณ 0.900– 0.905 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีสูตรโครงสร้างดังนี้



โพลีโพรไพลีนเป็นพลาสติกที่มีโครงสร้างอยู่ในกลุ่มของโพลีโอลิฟิน (polyolefin) เช่นเดียวกับโพลีเอทธิลีน ดังนั้นสมบัติและการใช้งานของฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพรลีนจึงใกล้เคียงกันกับโพลีเอทธิลีน ในกระบวนการผลิตฟิล์มโดยวิธีการเป่า นิยมทำให้โมเลกุลจัดเรียงตัวกันทั้ง 2 ทิศทางคือ ทั้งในแนวขนานและแนวขวาง จึงเรียกฟิล์มนี้ว่า biaxil orientation polypropylene (BOPP) หรือ orientation polypropylene (OPP) ส่วนโพลีโพรไพลีนที่ผลิตโดยกรรมวิธีการหล่อ เรียกว่า โพลิโพรไพลีนชนิดหล่อ (cast polypropylene, CPP)

สมบัติของฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพลีน

1) โปร่งใส มีผิวหน้าเป็นมันวาว ฝุ่นไม่เกาะติดง่าย

2) มีความเหนียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) มีความทนทานต่อสารเคมีได้ดี ไม่ว่าจะเป็นกรด ด่างหรือตัวทำละลาย

4) ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก

5) ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี (ฟิล์ม OPP จะดีกว่าฟิล์ม CPP)

6) ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ (ฟิล์ม OPP จะดีกว่าฟิล์ม CPP)

7) ป้องกันการซึมผ่านของน้ำมันและไขมัน ได้ดี

9) ทนทานต่อความร้อนสูงสามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิสูงถึง 120 องศาเซลเซียส

10) มีความต้านทานการขีดข่วนสูง

11) มีความทนทานต่อการพับ

12) มีความคงรูป

13) มีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารและยาได้

การใช้ประโยชน์ของฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพลีน

1) ผลิตเป็นถุงบรรจุอาหารสำเร็จรูป เช่น ขนมปัง และอาหารแห้งต่าง ๆ

2) ผลิตเป็นถุงบรรจุเสื้อผ้าสำเร็จรูป สิ่งทอ เครื่องเขียน และของขวัญต่าง ๆ ซึ่งมีการทดแทนกระดาษแก้ว (เซลโลเฟน) เพิ่มขึ้น

3) ทำเป็นกระดาษแถบเพื่อใช้ผลิตเป็นกระสอบพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารสัตว์และปุ๋ย (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2538)

2.4.1.3 ฟิล์มพลาสติกโพลีสไตรีน (polystyrene, PS)

ฟิล์มพลาสติกโพลีสไตรีน เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งในกลุ่มของสไตรีน (styrene) ที่นิยมใช้กันมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีลักษณะเด่นในด้านความใส ความสามารถในการพิมพ์และยังใช้กับเครื่องจักรที่ต้องการความเร็วสูงในการผลิตได้ในกระบวนการผลิตฟิล์มพลาสติกโพลีสไตรีนสามารถดึงให้โมเลกุลจัดเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันได้ เช่นเดียวกับฟิล์มพลาสติกโพลีโพรไพลีน และเรียกว่า oriented polystyrene (OPS) นอกจากนี้เม็ดโพลีสไตรีน ยังแบ่งตามคุณภาพได้เป็น 2 ประเภท คือ ชนิดธรรมดา ซึ่งใช้งานทั่วไป (general purpose PS หรือ GPPS) และชนิดทนการกระแทกสูง (high impact PS หรือ HIPS) เนื่องจากเม็ดโพลีสไตรีนทั้ง 2 ชนิดจะไม่มีสารพลาสติกไซเซอร์และน้ำมันเกาะติดอยู่เลย จึงทำให้ฟิล์มพลาสติกที่ได้มีความใสเป็นพิเศษกว่าฟิล์มพลาสติกชนิดอื่น ๆ และสามารถใช้สมบัตินี้ให้เป็นประโยชน์ในการหีบห่อสินค้าได้ (Captriotta, 1997) สูตรโครงสร้างของฟิล์มพลาสติกพลาสติกโพลีสไตรีนมีดังนี้

$$[\ ---(CH_2 – CHC_6H_5 – CH_2 – CHC_6H_5 --)--_n]$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมบัติของฟิล์มพลาสติกโพลีสไตรีน

1) โปร่งใส มีความมันวาว (ฟิล์ม GPPS จะใสกว่าฟิล์ม HIPS)

2) มีความเหนียวอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

3) ดูดซึมน้ำได้ต่ำ ทำให้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาในด้านการเปลี่ยนแปลงขนาด

4) ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ

5) ป้องกันการซึมผ่านของน้ำมันพืชได้ดี

6) มีความคงรูป จึงสามารถเข้าเครื่องพิมพ์ที่มีความเร็วสูงได้ดี

7) มีความต้านทานต่อการพับต่ำ จึงเป็นรอยพับง่ายและไม่คืนตัว

8) มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดีจึงเก็บได้นานโดยไม่กรอบหรือเปลี่ยนสี

การใช้ประโยชน์ของฟิล์มพลาสติกโพลีสไตรีน

1) ใช้ห่อหรือทำถุงบรรจุอาหารสด เช่น ผักและผลไม้ เนื้อสัตว์ และไม้ตัดดอก เพราะไอน้ำและก๊าซสามารถผ่านเข้า-ออกได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟิล์ม OPS นิยมใช้ห่อดอกไม้สด สำหรับเป็นของขวัญ เพราะมีความคงรูป ใส มันวาว

2) ใช้ห่ออุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น สายไฟ เนื่องจากมีสมบัติไม่เป็นสื่อไฟฟ้า

3) ทำเป็นหน้าต่างของกล่องกระดาษแข็ง ซองบรรจุสินค้าเพื่อขายปลีก เพื่อให้สามารถมองเห็นสินค้าที่อยู่ภายในได้ชัดเจน

4) ใช้เป็นวัสดุสำหรับเคลือบด้วยไอของอลูมิเนียมได้ดี เนื่องจากมีความคงรูปและพิมพ์ได้ จึงนิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารสำเร็จรูป

5) ใช้ร่วมกับวัสดุอื่น ๆ เช่น แผ่นโฟมหรือกระดาษ ในลักษณะของการประกบเพื่อเพิ่มความมันวาวและความเหนียว สำหรับทำภาชนะบรรจุอาหารสำเร็จรูป กล่อง หรือถุงของขวัญต่าง ๆ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2538)

2.4.2 ถาดโฟม (polystyrene, PS)

โฟมเป็นผลิตภัณฑ์จากพลาสติกประเภทหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในการบรรจุอาหาร การผลิตโฟมทำโดยใช้เม็ดพลาสติกที่นำมาเติมสารเร่งฟู ประเภทไฮโดรคาร์บอน เช่น เพนเทนและฟรีออน แล้วให้ความร้อนถึงจุดหนึ่ง สารเร่งฟูจะเกิดการสลายตัวกลายเป็นก๊าซพองตัวและแทรกอยู่ตามจุดต่างๆ ภายในเนื้อพลาสติก ทำให้เกิดเป็นโพรงเรียกว่า เซลล์ จากนั้นนำมารีดอัดเป็นแผ่นโฟมดิบ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการบ่มใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส นาน 3–6 วัน เพื่อให้โฟมเกิดการพองตัวมีความนุ่มและยืดหยุ่นอย่างถาวร ถ้าบ่มน้อยไอน้ำจะทำให้เซลล์ยุบตัวและพองตัวน้อย แต่ถ้าบ่มนานไปอากาศจะเข้าไปแทรกตัวแทนสารเร่งฟูทำให้พองตัวมากเกินไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การควบคุมขั้นตอนนี้นับว่าสำคัญมากเพราะมีผลต่อขนาดของเซลล์และความยืดหยุ่นของโฟมในขั้นสุดท้าย สมบัติที่ดีเด่นของโฟมเหนือวัสดุประเภทอื่น ๆ คือ มีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา และมีความยืดหยุ่น ส่วนสมบัติอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานที่ต้องการ กล่าวคือ ถ้านำไปขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการสัมผัสอาหาร ความสามารถในการซึมผ่านเข้า-ออกของไอน้ำ ลักษณะผิว การดูดซึม และน้ำมัน เป็นต้น หากนำไปใช้ในการเป็นวัสดุกันกระแทก ควรคำนึงถึงความยืดหยุ่นที่สามารถดูดซับไว้ได้ เมื่อเกิดการกระแทกอย่างแรง และแรงในการกดทับเป็นหลัก แต่เมื่อนำมาทำเป็นฟิล์ม PS จะมีความใส แววับเป็นประกาย แต่เนื่องจากฉีกขาดได้ง่ายและป้องกันการซึมผ่านความชื้นและก๊าซได้ต่ำ การใช้ฟิล์ม PS จึงจำกัดอยู่เพียงการใช้ห่อสินค้า (Athalye, 1992)

ข้อดีในการใช้โฟมบรรจุอาหาร

1) โฟมมีความหนาแน่นต่ำ จึงทำให้มวลที่ใช้ต่อหน่วยบรรจุมีค่าต่ำ ช่วยประหยัดวัสดุและต้นทุน

2) ภาชนะโฟมมีน้ำหนักเบา ช่วยประหยัดค่าขนส่ง

3) มีความยืดหยุ่น จึงช่วยป้องกันการกระทบกระแทกที่อาจเกิดขึ้นกับสินค้าระหว่างการลำเลียงขนส่งได้

4) ทำให้อาหารมีฝาปิดมิดชิด สามารถเก็บรักษาความร้อนและความเย็นของอาหารได้ในระหว่างการเดินทางขนส่ง

5) สามารถใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ ๆ และในสภาวะที่แช่แข็งได้

6) กล่องโฟมที่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมจะมีความแข็งแรงมาก

7) ผิวเรียบ ดูสะอาด สวยงาม

8) ไม่ดูดน้ำและน้ำมัน

ข้อเสียในการใช้โฟมบรรจุอาหาร

1) ไม่เหมาะกับการใช้บรรจุอาหารที่ร้อนจัดที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 85 องศาเซลเซียส

2) เป็นภาชนะบรรจุที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง

3) ฝุ่นเกาะติดง่าย จึงต้องระมัดระวังในการเก็บรักษา (Athalye, 1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 หม่อน

หม่อนเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ *Maraceae* มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า mulberry มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Morus spp.* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเขตหนาว (temperate zone) จัดเป็นไม้ผลในกลุ่ม deciduous fruit plant หรือ ประเภท hard wood คือ ใบจะร่วงในฤดูใบไม้ร่วง และมีการพักตัวในฤดูหนาว ตาดอกเป็นชนิด ตารวม (mix bud) คือมีทั้งตาใบและตาดอกอยู่รวมกัน มีผลแบบผลรวม ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากตาข้างของปีนั้น (catkin) หมายความว่า จะมีช่อดอกเกิดที่ตาเหนือใบของตาข้างของกิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ส่วนลักษณะของดอกเป็นทั้งแบบดอกที่มีเกสรตัวผู้และตัวเมียแยกกันคนละต้น (dioecious) หรือบางพันธุ์อาจเป็นดอกที่มีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกัน (monoecious) โดยมีดอกหลาย ๆ ดอกอยู่ในช่อเดียวกัน ในบางครั้งต้นหม่อนที่เป็นพันธุ์เดียวกันสามารถจะมีการเปลี่ยนเพศจากเพศหนึ่งไปเป็นอีกเพศได้ และการผสมเกสรต้องอาศัยลมช่วยในการผสมเกสร ส่วนผลของหม่อนมีลักษณะเป็นผลขนาดเล็ก เมื่อแก่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงและมีสีแดงเข้มหรือแดงดำ เมื่อสุกจัดสีแดงจากผลหม่อนเกิดจากแอนโธไซยานินส์ น้ำหม่อนที่ได้มีลักษณะข้นสีแดงเข้ม มีรสเปรี้ยวอมหวานมีศักยภาพในการใช้ผลิตทำไวน์แดง ซึ่งผลหม่อนสามารถจะออกผลได้ตลอดทั้งปี

พันธุ์หม่อนที่ใช้ปลูกเพื่อเก็บผลผลิตหม่อนหรือเก็บผลผลิตใบหม่อนแล้วเก็บผลหม่อนเป็นผลพลอยได้ ในประเทศไทยมีดังนี้

1. พันธุ์เชียงใหม่ พบว่ามีปลูกในภาคเหนือนานหลายสิบปีมาแล้ว ขณะนี้มีการปลูกกระจายทั่วไปทางภาคเหนือตอนบนและในหมู่บ้านชาวไทยภูเขาในเขตภูเขาสูงของภาคเหนือ ต้นหม่อนที่มีอายุปีที่ 3 ให้ผลผลิตผลหม่อนประมาณ 600–700 กิโลกรัม ต่อไร่ ต่อปี และเมื่อต้นหม่อนมีอายุมากขึ้นจะให้ผลผลิตผลหม่อนสูงขึ้นตามลำดับ นอกจากนั้นในช่วงฤดูฝนน่าจะให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ ต่อปี

2. พันธุ์บุรีรัมย์ 60 เป็นพันธุ์หม่อนที่ได้ปรับปรุงพันธุ์โดยใช้หม่อนพื้นเมืองของไทยผสมกับหม่อนพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศคือ พันธุ์จีนเบอร์44ให้ผลผลิตใบหม่อนประมาณ 3,500 กิโลกรัม ต่อไร่ ต่อปี และคาดว่าจะให้ผลผลิตผลหม่อนไม่ต่ำกว่า 500 กิโลกรัม ต่อไร่ ต่อปี

3. พันธุ์ศรีสะเกษ 33 เป็นพันธุ์หม่อนลูกผสมของหม่อนพันธุ์ Jing Mulberry จากประเทศจีน มีคุณลักษณะต้านทางต่อโรค ใบด่างได้ดีกว่าหม่อนพันธุ์อื่น ๆ มีผลค่อนข้างใหญ่ สามารถนำผลมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี และให้ผลผลิตใบหม่อนประมาณปีละ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. หม่อนป่า เป็นพันธุ์หม่อนที่ยังไม่มีการศึกษาในด้านจำแนกพันธุ์ พบว่า มีขึ้นอยู่กระจายทั่วไปทั้งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เจริญเติบโตได้ในที่ที่มีความชื้นสูง โดยเฉพาะตามริมลำห้วยและแม่น้ำ เป็นไม้ป่าที่ยืนต้น พบได้ทั้งต้นที่เป็นเพศผู้และเพศเมีย บางต้นพบว่ามีความสูงประมาณ 50 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 1 เมตร มีอายุมากกว่า 100 ปี มีการสลัดใบทิ้ง และพักตัวในฤดูหนาว จากนั้นจะผลิตา ใบ และดอก จะเริ่มบาน ประมาณต้นเดือนมกราคม ผลสุกในเดือนมีนาคม ถึงเมษายน ลักษณะช่อดอกทั้งเพศผู้ และเพศเมียมีขนาดยาวประมาณ 6 นิ้ว ผลอ่อนมีสีเขียว และเมื่อสุกเต็มที่สีผลจะเปลี่ยนเป็นสีขาวครีม กลิ่นหอม และมีรสหวาน (วสันต์, 2545)

การเก็บเกี่ยวผลนับเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรมภายในสวนก่อนนำเข้าสู่กระบวนการการเก็บรักษาผล การขนส่ง และการตลาด เนื่องจากผลหม่อนมีขนาดผลเล็กและมีระยะเวลาสุกของผลไม่พร้อมกันหมดทั้งต้น แต่เป็นการค่อย ๆ สุกทีละผลและจะต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นระยะเวลานานเป็นเดือน อีกทั้งผลหม่อนเป็นผลไม้ที่มีความบอบช้ำได้ง่าย ดังนั้นวิธีการเก็บเกี่ยวผลหม่อนจึงต้องใช้ความระมัดระวังและมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1) การเก็บเกี่ยวผลเพื่อรับประทานผลสดเมื่อผลหม่อนเริ่มเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีแดง-ดำ หรือสีดำก็เก็บผลได้โดยการใช้มือเก็บทีละลูก เนื่องจากผลหม่อนสุกไม่พร้อมกัน หากปล่อยทิ้งไว้จนผลเปลี่ยนเป็นสีดำคล้ำผลจะร่วงลงสู่พื้นดินทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้น้อย หลังจากเก็บผลหม่อนมาแล้วนำมาบรรจุในกล่องกระดาษโดยเรียงเป็นชั้น ๆ ไม่เกิน 2 ชั้น ทำการปิดกล่องเพื่อรอการขนส่งและจำหน่ายต่อไปหากไม่สามารถขนส่งได้ทันทีควรเก็บไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

2) การเก็บเกี่ยวเพื่อการแปรรูปหากต้องการนำไปทำน้ำผลหม่อนที่มีสีแดงก็เลือกเก็บเกี่ยวในระยะผลแดง แต่หากต้องการให้น้ำผลไม้มีสีคล้ำก็เก็บผลในระยะสีดำสามารถนำผลหม่อนไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ทันที หากไม่สามารถแปรรูปได้ทันทีควรเก็บรักษาไว้โดยบรรจุในถุงพลาสติกหรือตะกร้าผลไม้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -14 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 เดือน (วสันต์, 2545)

หม่อนรับประทานผลพันธุ์เชียงใหม่นั้นผลิตผลจะออกมาในฤดูกาลเป็นระยะเวลาสั้นคือประมาณ 30-40 วันเท่านั้น ทำให้การนำผลหม่อนไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ จำต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน เพื่อมิให้ผลหม่อนที่สุกเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นการเก็บรักษาผลหม่อนเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นระยะเวลานานมากขึ้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่การเก็บรักษาผลหม่อนนั้นแตกต่างกันไปตามแต่วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์คือ การเก็บรักษาเพื่อรับประทานผลสด ควรเก็บผลหม่อนจากต้นในระยะที่มีผลสีแดงเข้ม แล้วนำมาใส่ภาชนะที่โปร่งวางซ้อนกันไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สูงมากนัก จะสามารถเก็บรักษาผลหม่อนได้เป็นระยะเวลา 2-3 วันโดยที่คุณภาพของผลหม่อนยังคงเดิม คือมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว ซึ่งจะมีความหวานประมาณ 8-10 องศาบริกซ์ และมีปริมาณกรด 1.7-2.0 กรัมต่อลิตร มีสีแดงอมม่วงหรือดำ หากเก็บรักษาไว้นานกว่านี้จะทำให้ผลหม่อนมีปริมาณกรดน้อยลงและเปลี่ยนสีเป็นสีดำทำให้ไม่น่ารับประทานสด ควรเก็บรักษาไว้โดยบรรจุในถุงพลาสติก ขนาดบรรจุถุงละ 10 กิโลกรัม หรือบรรจุลงในตะกร้าผลไม้แล้วนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ –14 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 6 เดือน หม่อนรับประทานผลเป็นการนำประโยชน์จากการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมมาใช้ประโยชน์อีกทางหนึ่ง ซึ่งหากมีการศึกษาวิจัยให้ครอบคลุมทุกด้าน ทั้งในด้านการปรับปรุงพันธุ์ เทคโนโลยีด้านดิน ปุ๋ย และการจัดการน้ำ ตลอดจนการหาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตหม่อนให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น และสามารถติดดอกออกผลได้ตลอดทั้งปี การหาวิธีป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูหม่อนที่ได้ผล การศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวผลหม่อนและวิธีการเก็บรักษาผลหม่อนสดให้สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลานาน ราคาถูก ก็จะเป็นการช่วยให้นำประโยชน์จากผลหม่อนไปสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (วสันต์, 2545)

นอกจากนั้นยังจะต้องมีการคิดค้นวิจัยในด้านการนำผลหม่อนไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการบริโภค และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ออกสู่ตลาดให้มากขึ้นด้วย รวมทั้งจะต้องมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้ผู้บริโภคยอมรับการบริโภคผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนให้เป็นที่แพร่หลาย ปัจจุบันภาคเอกชนมีความสนใจในการปลูกหม่อนเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตผลหม่อนเพื่อใช้รับประทานผลสด แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อาทิ น้ำผลไม้ ไวน์ และแยม โดยผลหม่อนสดประกอบด้วยสาร แคโรทีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโคส กรดทาร์ทาริก กรดซัคซินิค (ตาราง 2.1) ผลหม่อนสดมี saccharide ร้อยละ 27 citric acid ร้อยละ 3 โดยใช้ผลหม่อนสดต้มน้ำหรือเชื่อมบริโภคก็ได้ เป็นยาเย็น ยาระบาย แก้ธาตุไม่ปกติ เมล็ดเพิ่มกากอาหาร ผลหม่อนเวลาตากแห้งจะมีน้ำตาลอยู่ปริมาณมาก กลิ่นหอม รสหวาน ฤทธิ์เย็น ในทางการแพทย์จีนโบราณถือว่าผลหม่อนเป็นยาบำรุงกำลัง บำรุงประสาท แก้อาการนอนไม่หลับ ซึ่งผลหม่อนสดบางสายพันธุ์ในแถบเอเชียกลางมีปริมาณน้ำตาลเฉลี่ยร้อยละ 12 บางสายพันธุ์มีปริมาณน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 20 และเมื่อเร็ว ๆ นี้ ได้มีการศึกษาค้นพบว่าผลหม่อนมีสาร anti-oxidant แต่ยังมีข้อควรระวังในการบริโภคผลหม่อนสดคือ ถ้าบริโภคผลหม่อนสดในปริมาณมากจะมีฤทธิ์เป็นยาระบาย และผลหม่อนสีเขียวหรือผลหม่อนที่ยังไม่สุก ถ้าบริโภคเข้าไปในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการประสาทหลอน และยังเป็นสาเหตุให้เกิดอาการคลื่นไส้อาเจียนอีกด้วย (Mulberry Tree, 2003) โดยมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของผลหม่อนสดดังตารางต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของผลหม่อน (ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม)

ส่วนประกอบ	ผลหม่อนสุก[1/]	ผลหม่อนสุก[2/]	ผลหม่อนสุก[3/]
โปรตีน (กรัม)	1.68	1.5	1.1
คาร์โบไฮเดรท (กรัม)	21.35	8.3	10.3
ไขมัน (กรัม)	0.47	0.49	0.40
แคลเซี่ยม (มิลลิกรัม)	21	80	-
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	7	10	-
เหล็ก (มิลลิกรัม)	43.48	1.9	-
วิตามิน เอ (IU)	25	174	35
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	50.65	9	57
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	3.66	184	-
วิตามินบี 6 (มิลลิกรัม)	930.10	-	-
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	4.16	-	12
กรดโฟลิก (มิลลิกรัม)	6.87	-	-
ไนอะซีน (มิลลิกรัม)	0.72	-	-
แทนนิน (กรัม)	1.06	-	-
กรดซิตริก (กรัม)	1.51	-	-
กรดนิโคตินิค (กรัม)	-	0.8	-
กรดแอสคอบิค (กรัม)	-	13	-
เส้นใย (กรัม)	2.03	1.4	1.1
เถ้า (กรัม)	1.52	0.9	-
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.90	-	-
ความชื้น (ร้อยละ)	72.91	87.5	-
แคลอรี่ (กิโลแคลอรี่)	-	-	49

ที่มา : 1/วสันต์, 2545.

2/Duke, 1983.

3/Mulberry Tree, 2003.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้ประโยชน์ของผลหม่อนสดในด้านสมุนไพรมีมานานนับตั้งแต่มนุษย์รู้จักปลูกหม่อนเลี้ยงไหม ซึ่งสามารถค้นพบได้จากตำหรับยาแผนโบราณของจีน เช่น โรคไขข้ออักเสบ ปวดไขข้อ ชาตามแขนขา ใช้ผลหม่อนแห้ง 30-60 กรัม ต้มรับประทานทั้งเนื้อทั้งน้ำ กินกับเหล้าเหลือง หรือใช้ผลหม่อนแห้ง 500 กรัม ดองในเหล้า 1 ลิตรแช่ไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ดื่มตอนเช้า-เย็น ครั้งละ 15 ซี.ซี. โรคโลหิตจางร่างการอ่อนแอไม่มีแรง ใช้ผลหม่อนแห้ง 30 กรัม น้ำผึ้งอีกเล็กน้อยต้มดื่ม และอาการท้องผูกใช้ผลหม่อนสุกคั้นเอาน้ำดื่ม ครั้งละ 15 ซี.ซี. วันละ 2 ครั้ง ดื่มกับน้ำสุกติดต่อกัน 1 สัปดาห์ องค์การเภสัชกรรมของประเทศอังกฤษได้นำผลหม่อนไปผลิตยาแผนปัจจุบันโดยการนำน้ำผลหม่อนไปผสมเป็นน้ำไซรับของยาน้ำเชื่อม เพื่อเพิ่มกลิ่นและสีของยาให้น่ารับประทานซึ่งจะนำน้ำผลหม่อนมา 280 กรัม มาต้มให้เดือดแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จึงค่อยเติมแอลกอฮอล์ 15 ซี.ซี. ลงไป ซึ่งจะได้ตัวยาประมาณ 560 กรัม สามารถนำไปใช้ครั้งละ 5-10 ซี.ซี. เพื่อเป็นยาระบายขับเสมหะ และใช้กลั้วคอเพื่อลดอาการอักเสบของคอได้ จากการที่ผลหม่อนมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรคได้หลายชนิดจึงมีการศึกษาสารประกอบเควอซิตินที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระของผลหม่อน โดยจะเห็นได้ว่าทั้งในผลหม่อนระยะสุกและผลหม่อนระยะแก่จัด มีปริมาณสารเควอซิตินอยู่ในปริมาณที่สูง (3.42 และ 0.88 มิลลิกรัมต่อ100กรัม ตามลำดับ) (วสันต์, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved