บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

2.1 ความสำคัญ

มะม่วงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Mangifera indica* L. จัดอยู่ในวงศ์ Anacadiaceae เป็นไม้ผลเขตร้อนมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศพม่าและอินเดีย(วิจิตร, 2529) และแพร่กระจายไปยังประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อหลายๆ ประเทศในโลกรวมทั้งประเทศไทยด้วย โดยประเทศไทยจัดเป็นผู้ผลิตรายใหญ่รายหนึ่งของโลก ในปี พ.ศ. 2546 พบว่าอัตราขยายตัวในการส่งออกผลมะม่วงของประเทศไทยสูงกว่าในปี พ.ศ. 2545 ถึง 29.4 เปอร์เซ็นต์ โดยตลาดส่งออกรายใหญ่ของประเทศไทยได้แก่ มาเลเซีย สิงคโปร์ ฮ่องกง ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและประเทศแถบยุโรป (กรมศุลกากร, 2548) มะม่วงที่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศส่วนใหญ่เป็นผลสุก ซึ่งพันธุ์ที่เป็นที่นิยมของตลาดต่างประเทศมีอยู่หลายพันธุ์ได้แก่ พันธุ์น้ำดอกไม้ หนังกลางวันและทองดำ อย่างไรก็ดีในปัจจุบันมีมะม่วงอีกพันธุ์หนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจและได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นคือ พันธุ์โชคอนันต์ เนื่องจากสามารถผลิตนอกฤดูกาลได้ดี และเป็นที่ยอมรับของตลาดต่างประเทศ

2.2 พันธุ์มะม่วง

พันธุ์มะม่วงในประเทศไทยมีเป็นจำนวนมากกว่า 170 พันธุ์ เนื่องจากในอดีตการขยายพันธุ์มะม่วงนิยมขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดทำให้เกิดการกลายพันธุ์จึงทำให้มีจำนวนพันธุ์เพิ่มขึ้น จากการที่มะม่วงมีหลายพันธุ์นี้เองทำให้มีการแบ่งมะม่วงออกเป็นประเภทตามประโยชน์ใช้สอย(วิจิตร, 2529; เปรมปรี, 2537; สุนี, 2537) ดังนี้

2.2.1 มะม่วงพันธุ์รับประทานผลดิบ มะม่วงกลุ่มนี้เป็นที่นิยมของตลาดในประเทศและมีราคาสูง ส่วนในต่างประเทศยังไม่ได้รับความนิยมมากนัก พันธุ์มะม่วงในกลุ่มนี้มีอยู่มากแต่พันธุ์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันได้แก่ พันธุ์เขียวเสวย ฟ้าลั่น มันเดือนเก้า และแรด เป็นต้น

2.2.2 มะม่วงพันธุ์รับประทานผลสุก มะม่วงในกลุ่มนี้ขณะดิบจะมีรสเปรี้ยวมากแต่เมื่อสุกจะมีรสหวาน เป็นที่นิยมของตลาดต่างประเทศมาก ซึ่งพันธุ์ที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ น้ำดอกไม้ และทองดำ แต่มะม่วงทั้ง 2 พันธุ์นี้มีข้อจำกัดคือมีช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยวผลอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งไม่กระจายทำให้ผลิตผลในช่วงดังกล่าวมีมากเกินความต้องการของตลาด แต่ขาดแคลนในช่วงนอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ฤดูกาล ดังนั้นมะม่วงอีกพันธุ์หนึ่งที่ได้รับความสนใจมากคือ มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่สามารถผลิตนอกฤดูกาลได้ดี และสามารถบริโภคได้ทั้งสุกและดิบ

2.2.3 มะม่วงพันธุ์แปรรูปและประกอบอาหาร ผลมะม่วงสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น มะม่วงดอง น้ำมะม่วง ซอสมะม่วง มะม่วงกวน มะม่วงแช่อิ่ม และมะม่วงอบแห้ง โดยพันธุ์ที่เหมาะสมในการแปรรูปได้แก่ พันธุ์แก้ว สามปี และสามฤดู เป็นต้น ส่วนมะม่วงประกอบอาหารซึ่งเป็นที่ต้องการของร้านอาหารได้แก่ พันธุ์พิมเสนเปรี้ยว และโชคอนันต์ เป็นต้น

2.3 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการกลายพันธุ์และได้มาจากการเพาะเมล็ด มะม่วงสามปี ต้นมะม่วงพันธ์โชคอนันต์มีทรงพุ่มขนาดปานกลาง การเจริญเติบโตดี ใบเป็นแบบ ovate lanceolate สีเขียวเข้ม ดอกมี 5 กลีบ เกสรตัวเมียและเกสรตัวผู้อยู่ในดอกเดียวกัน เรียกว่า hermaphrodite มีดอกเล็กๆ อยู่ในช่อเดียวกัน ผลมีลักษณะหัวใหญ่หนา ปลายเรียวเล็กเป็นแบบ ovate oblong น้ำหนักผลประมาณ 300 - 400 กรัม ความหนาของเปลือกประมาณ 0.25 เซนติเมตร สีผลดิบเป็นสีเขียวอ่อนและเมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง ลักษณะเมล็ดลีบ มีเนื้อมากปริมาณเนื้อผลประมาณ 62 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพผลเมื่อดิบมีรสเปรี้ยว เนื้อแข็งแน่น เมื่อสุกมีรสชาติหวาน เนื้อแข็งแน่น สีเหลืองเข้ม ไม่มีเสี้ยน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ประมาณ 16 องศาบริกซ์ อายุการเก็บเกี่ยวผลอยู่ระหว่าง 110 – 120 วันนับจากวันดอกบานเต็มที่ สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศ ลักษณะเด่นของมะม่วงพันธุ์นี้คือ ออกดอกติดผลได้ตลอดปี (ศิวพร, 2539)

2.4 การเก็บเกี่ยวผลมะม่วง

โดยทั่วไปมะม่วงพันธุ์รับประทานผลสุกจะเก็บเกี่ยวในขณะผลดิบและถึงระยะแก่จัดทาง สรีร-วิทยา (physiological maturity) ซึ่งคุณภาพผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมานั้นมีผลโดยตรงต่อการจำหน่าย ปัญหาที่พบส่วนใหญ่เป็นปัญหาเกี่ยวกับผลมะม่วงสุกมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอทั้งนี้ อาจเกิดจากระยะการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลมะม่ววาที่มีอายุเหมาะสมและการปฏิบัติต่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวอย่างถูกวิธีจะทำให้ได้ผลมะม่วงที่ได้มีคุณภาพดีและจำน่ายได้ราคาสูง (สายชล, 2530ข)

2.4.1 ดัชนีการเก็บเกี่ยวผลมะม่วง ดัชนีที่ใช้มีหลายอย่าง (สายชล, 2530ข) เช่น

2.4.1.1 การนับอายุผลมะม่วง การนับอายุผลเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้เพื่อหาความแก่ที่เหมาะสมของผลมะม่วง อายุของผลอาจนับตั้งแต่วันที่ช่อดอกเริ่มบาน หรือ บานเต็มที่ จนถึงวันที่เก็บเกี่ยวซึ่งจะมีจำนวนวันแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมะม่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.1.2 ความถ่วงจำเพาะของผล เมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้นผลมะม่วงจะมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้ความถ่วงจำเพาะของผลมะม่วงมีค่ามากขึ้น ในทางปฏิบัติเราไม่ต้องคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของผลแต่สังเกตจากการจมและลอยน้ำของผลมะม่วง โดยผลมะม่วงแก่จะจมน้ำในขณะที่ผลมะม่วงอ่อนจะลอยน้ำ อย่างไรก็ตามผลมะม่วงแก่บางพันธุ์มีความถ่วงจำเพาะน้อยจึงไม่จมน้ำ ดังนั้นการใช้ความถ่วงจำเพาะเป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวจึงมีข้อจำกัดสำหรับมะม่วงบางพันธุ์

ตาราง 1 ความถ่วงจำเพาะ การจมน้ำ และช่องว่างระหว่างเมล็ดกับเปลือกหุ้มเมล็ด

พันธุ์	ความถ่วงจำเพาะ	การจมน้ำ	ช่องว่างระหว่างเมล็ดกับเปลือกหุ้มเมล็ด
เขียวเสวย	0.97	ลอย	มาก
แรด	0.99	ลอย	มาก
ทองดำ	1.01	จม	น้อย
หนังกลางวัน	1.03	จม	น้อย
น้ำดอกไม้	1.03	จม	น้อย

ที่มา : (สายชล, 2530ข)

2.4.1.3 การเกิดนวลที่ผิวผล ผลมะม่วงเกือบทุกพันธุ์เมื่อผลแก่จัดนวลหรือไขที่ผิวจะเพิ่มอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการเกิดนวลจึงเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้บอกถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวของผลม่วงได้

2.4.1.4 ลักษณะอื่นๆ นอกจากวิธีดังกล่าวอาจใช้วิธีอื่นๆ ที่ง่าย เช่น ดูการเปลี่ยนสีผิว ขนาดผล ความพองอูมของแก้มผล ความแข็งของเปลือกหุ้มเมล็ด และการชิมรสชาติ เป็นต้น

2.4.2 วิธีการเก็บเกี่ยว ผลที่อยู่ระดับล่างของทรงพุ่ม สามารถเก็บเกี่ยวโดยใช้มือ แต่ถ้าต้นมะม่วงทรงพุ่มสูงมากอาจต้องใช้บันไดต่อขึ้นไปเก็บหรือใช้ตะกร้อสอย ตะกร้อสอยมะม่วงอาจมีรูปร่างต่าง ๆ กันและอาจทำด้วยไม้ไผ่ หวาย หรือตาข่าย ชาวสวนบางรายอาจติดมีดที่ตะกร้อเพื่อให้สอยมะม่วงได้ง่ายและรวดเร็ว ผลที่ได้จากการเก็บลงมาจากต้นแล้วนำมาปลิดขั้ว คว่ำผลให้ยางไหลลงบนกระดาษที่วางรองไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง

การเปลี่ยนแปลงของผลมะม่วงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของผลมะม่วง เนื่องจากผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางสรีรวิทยา เคมี และกายภาพ (สุรพงษ์, 2529) การหายใจของผลมะม่วง เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะม่วง มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit คือเมื่อผลมะม่วงแก่จัดหรือเริ่มสุกจะมีอัตราการหายใจสูงขึ้นซึ่งอัตราการหายใจจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ อายุของผล ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศภายในห้องเก็บรักษา และอัตราการผลิตเอทิลีน ผลมะม่วงที่มีอัตราการหายใจสูงจะเก็บรักษาได้ไม่นานเพราะมีการใช้อาหารสะสมมากทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพได้เร็ว (Stanley, 1991)

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สามารถเห็นได้ชัดคือ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก มะม่วงที่อยู่ในระยะแก่จัดเมื่อเก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นผลมาจากการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ และมีการปรากฏของรงควัตถุแคโรทินอยด์ซึ่งมีสีเหลืองจึงทำให้เปลือกผลมะม่วงเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง (Stanley, 1991) ส่วนการอ่อนนิ่มของผลิตผลจะเกิดขึ้นจาก 2 สาเหตุ คือสาเหตุแรกเป็นการอ่อนนิ่มเนื่องจากการสุกของผลเมื่อผลสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุล ต่างๆ ในผนังเซลล์โดยเฉพาะสารประกอบเพคติก (pectic compounds) ซึ่งเปลี่ยนรูปจาก protopectin ซึ่งไม่ละลายน้ำไปเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ โดยการทำงานของเอนไซม์ 2 ชนิดคือ polygalacturonase (PG) และ pectin esterase (PE) (Brett, 1990) ส่วนอีกสาเหตุคือการอ่อนนิ่มเนื่องจากการสูญเสียน้ำออกจากผลผ่านทางช่องเปิดต่างๆ ของผล ทำให้ผลเกิดอาการเหี่ยวและอ่อนนิ่ม พบว่าเมื่อผลเกิดการสูญเสียน้ำมากกว่า 5–10 เปอร์เซ็นต์ผลจะเกิดอาการเหี่ยวทำให้ความแน่นเนื้อของผลลดลง (ทวี, 2533)

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงก็คล้ายกับผลไม้ประเภท climacteric อื่นๆ อีกคือ ในขณะผลดิบจะมีแป้งสะสมอยู่ในผลแต่เมื่อผลสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของน้ำตาลทำให้ผลไม้มีรสหวาน (ศิวพร, 2539) อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อาจลดลงเนื่องจากในผลิตผลที่มีการหายใจตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งน้ำตาลที่ใช้ไปในกระบวนการหายใจจะเป็นน้ำตาลกลูโคส (Biale, 1950) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ที่วัดโดยใช้ hand refractometer พบว่าเพิ่มสูงขึ้น อาจเป็นผลจากการสูญเสียน้ำไปในระหว่างการเก็บเกี่ยวรักษาทำให้ความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ภายในผลสูงขึ้น ส่วนปริมาณกรดอินทรีย์ในผลมะม่วงจะมีปริมาณลดลงหลังจากการเก็บเกี่ยว ซึ่งปริมาณกรดในผลมะม่วงส่วนใหญ่เป็นกรดซิตริก การลดลงของปริมาณกรดก็เป็นผลจากกระบวนการหายใจเช่นกัน เพราะกรดอินทรีย์ถูกนำมาใช้เป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

substrate ของการหายใจได้เช่นกัน (ศิวพร, 2539) นอกจากการหายใจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีต่างๆ ของผลมะม่วงแล้ว เอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพ (senescence) ยังมีผลในการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น ผลไม้ประเภท climacteric fruit มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างที่ผลเริ่มสุก โดยพบว่าความเข้มข้นของเอทิลีนในผล มีมากพอที่จะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจและกระตุ้นกระบวนการสุก (สายชล, 2530ก) ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตและการทำงานของเอทิลีนมีหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดหรือพันธุ์ อายุทางสรีรวิทยาเมื่อเก็บเกี่ยว อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งถ้าสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ก็จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ (Wills *et al*., 1981)

2.6 กระบวนการสุกของผลไม้

กระบวนการสุกของผลไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยา กายภาพ และเคมี ซึ่งใช้เป็นข้อสังเกตผลการทดลองยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ต่างๆ (ดนัย, 2539) ได้แก่

1.การเปลี่ยนสี สีเขียวที่เปลือกผลสลายไป ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ต่อจากนั้นก็จะปรากฏสีเหลือง สีส้ม สีแดง หรือสีอื่นๆ ขึ้นมาทดแทนและเนื้อผลไม้ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีเช่นกัน ตัวอย่างเช่น เปลือกผลมะม่วงเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง และเนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

2. การเปลี่ยนแปลงรสชาติ เกิดจากการลดลงของปริมาณกรด และการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาล ทำให้มีความหวานมากขึ้นและจะเกิดกลิ่น (aroma) ของผลไม้ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของผลไม้แต่ละชนิด รสเปรี้ยวของผลไม้เกิดจากกรดอินทรีย์ กรดที่พบมากในผักและผลไม้คือ กรดซิตริกและมาลิก โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาล และอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรดนั้นใช้เป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงคุณภาพด้านรสชาติของผลไม้

3. การลดลงของความแน่นเนื้อ โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งอยู่ในรูปของ protopectin ที่ไม่ละลายน้ำในผลไม้ดิบ ไปเป็น pectic acid และ galacturonic acid ซึ่งละลายน้ำได้เมื่อผลไม้สุก และปริมาณ calcium pectate ลดลงมาก นอกจากนี้การลดลงของความแน่นเนื้อยังเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ cellulose ซึ่งถูกย่อยโดยเอนไซม์

4. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ เช่น มีการสังเคราะห์กรดไรโบนิวคลีอิค (RNA) การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน วิตามิน กรดอะมิโน เอนไซม์ และอื่นๆ

5. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในช่วงของการสุก ผลไม้จะมีอัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีน (ethylene) เพิ่มขึ้นมากกว่าในขณะที่ผลดิบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับผลไม้ประเภท climacteric fruit อาจแสดงลักษณะอาการผิดปกติในระหว่างการสุก ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยสำคัญดังต่อไปนี้

1. ความแก่อ่อนของผลไม้ ผลไม้ที่แก่จะตอบสนองต่อเอทิลีนได้ดีกว่าผลที่อ่อนและบางครั้งผลไม้ที่อ่อนอาจมีสารยับยั้งการสร้างหรือการทำงานของเอทิลีน ดังนั้นผลไม้ที่อ่อนเมื่อนำมาบ่มจึงทำให้เกิดการสุกที่ไม่สมบูรณ์ (สายชล, 2528)

2. อุณหภูมิ ผลไม้ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ติดต่อกันเป็นเวลานานจะเกิดการสุกที่ผิดปกติ เช่นผลกล้วยที่สุกที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส พบว่าสีเหลืองของเปลือกผลอาจไม่พัฒนาถึงขั้นสมบูรณ์ ทำให้เปลือกผลของกล้วยที่สุกยังมีสีเขียวอยู่บ้าง ในขณะที่เนื้อผลอ่อนนุ่มและมีน้ำมาก นอกจากนี้ผลไม้ในเขตร้อนและกึ่งร้อน เช่น กล้วย อะโวกาโด มะเขือเทศ และมะม่วง จะมีการสุกผิดปกติเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง (chilling temperature) ซึ่งมักไม่ค่อยแสดงอาการให้เห็นชัดเจนขณะอยู่ที่อุณหภูมิต่ำ แต่จะแสดงอาการเมื่อเคลื่อนย้ายไปยังอุณหภูมิที่สูงกว่าอาการเหล่านี้ได้แก่ การเน่าเสีย สีผิดปกติ เกิดรอยบุ๋ม และการสุกที่ผิดปกติ ทั้งนี้อาการจะไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ (สายชล, 2528, จริงแท้, 2538, ดนัย, 2540) เช่นในแตงกวาและมะเขือพบอาการผิดปกติของผิวของผลิตผล ได้แก่การเกิดรอยบุ๋ม การยุบตัวเป็นบริเวณกว้าง และมักมีการเปลี่ยนแปลงสีที่ผิดปกติควบคู่ไปด้วย (Wang, 1990) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อและสีเปลือกของผลไม้บางชนิดเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในเซลล์ถูกออกซิไดซ์โดยเอนไซม์ polyphenol oxidase ทำให้เกิดสารประกอบสีน้ำตาลขึ้น ในผลสับปะรดเกิดสีน้ำตาลขึ้นในเนื้อ (internal browning) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ (Robert and Kenneth,1985) ส่วนในผลส้ม mandarin เกิดสีน้ำตาลขึ้นที่เปลือกและเนื้อเยื่อตายในที่สุด(Martinez-Tellez and Lafuente, 1993) นอกจากนี้ยังพบว่าในผลอะโวคาโดเกิดการเปลี่ยนสีของท่อลำเลียงไปเป็นสีน้ำตาลอย่างชัดเจน (Wang,1990) เกิดการสุกที่ผิดปกติโดย มีการสูญเสียการพัฒนาของกลิ่นและรส เช่น ในมะม่วงพันธุ์ Keitt พบว่ามีปริมาณกรดสูงและของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลมะม่วงที่สุกตามปกติ (Chaplin *et al*.,1991) นอกจากนี้บางครั้งยังเกิดกลิ่นและรสที่ผิดปกติ ซึ่งพบได้ในกล้วยและมะเขือเทศ (Wang, 1990) การเน่าเสียและการเสื่อมสภาพเช่น ในผลมะม่วงพบว่ามีการอ่อนตัวของเนื้อเยื่ออย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีการเข้าทำลายของเชื้อราอย่างรวดเร็ว (Kane *et al*.,1982)

3. สภาพบรรยากาศ ผลไม้ที่เก็บในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere storage:MA) อาจเกิดความเสียหายเนื่องจากความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงจะไปยับยั้งการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สุกของผลไม้ โดยคาร์บอนไดออกไซด์เป็น competitive inhibitor และเข้าไปแย่งที่บริเวณ active site ของเอนไซม์ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนกระตุ้นการสุกจะมาจับ ดังนั้นผลไม้จึงไม่เกิดการสุก แต่ถ้าไม่มีการควบคุมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปล่อยให้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์มากเกิน ก็จะทำให้เกิดอาหารสุกที่ผิดปกติ ลักษณะที่พบมากได้แก่ อาการสีผิวของผลไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ผลไม้มีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ และผลไม้อาจไม่สุกเลย (จริงแท้, 2538) ตัวอย่างเช่น มะม่วงเขียวเสวยที่ห่อฟิล์ม polypropylene (PP) ไม่เจาะรูและเจาะรูขนาด 0.3 มิลลิเมตร มีระดับออกซิเจนต่ำว่า 1.8 เปอร์เซ็นต์และคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า17.7 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นนี้ทำให้ผลมะม่วงไม่เกิดการสุกตลอด 31 วันที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แต่จะมีกลิ่นหมักเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 12 (พรรณิภา, 2540)

2.7 การเก็บรักษามะม่วง

การเก็บรักษามะม่วงมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีความเหมาะสมต่างกัน แต่ไม่ว่าจะเป็นการเก็บรักษาด้วยวิธีใดก็ตาม หลังจากการเก็บรักษาแล้ว ทั้งมะม่วงดิบและสุกต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสิ่งสำคัญคือ ผลมะม่วงก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาต้องมีสภาพสมบูรณ์ดี ปราศจากโรคและแมลง ไม่บอบช้ำหรือมีบาดแผล ผลต้องสะอาดและถ้าเป็นมะม่วงดิบต้องแก่สมบูรณ์ วิธีเก็บรักษาที่นิยมปฏิบัติกัน เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำ การควบคุมบรรยากาศหรือการดัดแปลงบรรยากาศ การฉายรังสี และการเคลือบผิว เป็นต้น ซึ่งผลไม้แต่ละชนิดอาจตอบสนองต่อการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน (สายชล, 2530ข)

2.8 การเคลือบผิว (skin coating)

เปลือกของผลไม้ทำหน้าที่ปกคลุมและป้องกันอันตรายให้กับส่วนที่อยู่ภายใน การเปลี่ยนแปลงทั่วไปด้านชีวเคมีและทางกายภาพที่สำคัญหลายประการของผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยวมักขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผิวหรือเปลือกของผลซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเปลือกผลซึ่งประกอบด้วย (สุรพงษ์, 2530)

1. การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในผลไม้ หรือภายในพืชกับก๊าซที่อยู่ภายนอก
2. การสูญเสียความชื้น หรือการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผล
3. การติดเชื้อ หรือเชื้อโรคเข้าทำอันตราย
4. การซึมผ่านของสารเคมีเข้าไปภายในผลิตผล
5. การที่ผลไม้มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำ
6. ความเสียหายอันเกิดจากทางกล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7. การระเหยของสารที่มีกลิ่น

8. การเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัส (texture)

เซลล์ชั้นนอกสุดของเปลือก คือ อีพิเดอร์มิส (epidermis) ซึ่งเซลล์ชั้นในของอีพิเดอร์มิสจะอยู่รวมกันแน่นไม่มีช่องว่าง ผนังด้านนอกของเซลล์เหล่านี้มีสารประเภทไข (wax หรือ cutin) เคลือบอยู่มาก เรียกชั้นนี้ว่า คิวติเคิล (cuticle) หรือนวลของผลไม้ ชั้นคิวติเคิลมีองค์ประกอบหลักเป็นสารประเภทไข ซึ่งอาจฝังตัวหรือปกคลุมอยู่บนผิว อาจอยู่ในลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ หรือเป็นแผ่น หรือเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ (สุรพงษ์, 2530) ในทางเคมีสารประเภทไขนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 พวกคือ soft wax และ hard wax ถ้าชั้นคิวติเคิลเป็น soft wax ซึ่งประกอบด้วยสารพวกเอสเทอร์ (esters) หรือ อัลดีไฮด์ (aldehydes) หรือกรดไขมัน (fatty acids) หรืออัลกอฮอล์ (alcohols) ที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ยาว ก็จะช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ดีกว่าพวก hard wax ซึ่งต่อกันเป็นลูกโซ่สั้นกว่า (อรรณพ, 2532)

ชั้นของคิวติเคิลหรือนวลของผลไม้นี้มักหลุดออกง่ายขณะเก็บเกี่ยวหรือทำความสะอาด เมื่อนวลของผลไม้หลุดไปจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลไม้ ทั้งในแง่ความทนทานต่อสภาพการเก็บรักษาและความสวยงามขณะวางจำหน่าย การเสื่อมคุณภาพของผลไม้ก็จะมาถึงเร็วกว่าปกติ ดังนั้นการเคลือบผิวจึงเป็นการทดแทนธรรมชาติให้กับผลไม้ ทำให้การสูญเสียน้ำและการแลกเปลี่ยนก๊าซมีน้อยลง เมื่อผลไม้ได้รับ O_2 จากภายนอกน้อยลง อัตราการหายใจก็จะลดลง ในทางตรงกันข้าม ปริมาณ CO_2 ที่เกิดจากการหายใจภายในผลก็จะมีการสะสมมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานของเอทิลีน และชะลอการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลไม้

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลไม้ได้แก่ สภาพแวดล้อมขณะที่มีการเจริญเติบโตและสภาพภายหลังเก็บเกี่ยวจากต้น เช่น อุณหภูมิ ปริมาณ CO_2 และ O_2 (Pantastico *et al*., 1975) รวมทั้งเอทิลีน ซึ่งถือว่าเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการสุก (ripening process trigger) โดยเอทิลีนจะกระตุ้นผลไม้ให้มีการหายใจเพิ่มขึ้น และมีการสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกเพิ่มขึ้นรวมทั้งชักนำให้มีการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้นซึ่งพบในผลไม้พวก climacteric fruit

โดยทั่วไปผลไม้ต่างชนิดกัน มีการตอบสนองต่อเอทิลีนต่างกัน ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเอทิลีน แต่ปกติแล้วความเข้มข้นของเอทิลีนแม้เพียงเล็กน้อยก็สามารถเร่งให้ผลไม้มีการหายใจมากขึ้นและชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุก ดังนั้นวิธีการใดก็ตามที่สามารถยับยั้งการสร้างเอทิลีนหรือการทำงานของเอทิลีนได้ เช่น ความเข้มข้นของ O_2 น้อย ความเข้มข้นของ CO_2 มาก ความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิสูง สารเคมียับยั้งการสังเคราะห์หรือการทำงานของเอทิลีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ก็จะสามารถยับยั้งการสุกของผลไม้หรือทำให้กระบวนการสุกของผลไม้เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผล (สายชล, 2528)

การเคลือบผิวเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ จัดเป็นการเก็บรักษาผลิตผลแบบดัดแปลงบรรยากาศ เพราะการเคลือบผิวจะเป็นการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลิตผลทำให้ปริมาณก๊าซ CO_2 ซึ่งเกิดจากการหายใจมีมาก และไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีน ซึ่งข้อดีของการเคลือบผิว คือ สามารถผสมสารอื่นที่ส่งผลดีกับผลิตผลลงไปกับสารเคลือบผิวได้ เช่น สารป้องกันเชื้อรา และสารสี การเคลือบผิวจะได้ผลดียิ่งขึ้นหากมีการใช้ร่วมกับอุณหภูมิต่ำ

Kader *et al*. (1985) รายงานว่าการดัดแปลงสภาพบรรยากาศสามารถลดความเสียหายทั้งปริมาณและคุณภาพของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวได้ โดยจะชะลอการสุก การเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ทำให้อัตราการหายใจและการสังเคราะห์เอทิลีนช้าลง ที่ระดับ O_2 ต่ำประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ หรือระดับ CO_2 สูง 1 เปอร์เซ็นต์ จะลดความไวในการสังเคราะห์เอทิลีน ลดความผิดปกติทางสรีรวิทยา ควบคุมโรคและแมลงในผลไม้บางชนิด แต่การดัดแปลงสภาพบรรยากาศที่ไม่เหมาะสมอาจเป็นผลเสียแก่การผลิตผลได้ เช่น ทำให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาล ในสาลี่และแอปเปิล เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติของกล้วยและมะเขือเทศ อันเนื่องจากมาจากสภาพ O_2 ต่ำเกินไป หรือ CO_2 สูงเกินไป ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการหมัก (fermentation)

ธรรมภรณ์ (2534)รายงานว่าการใช้สารเคลือบผิว Sta-Fresh 360 ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ดีที่สุด ผลมะม่วงสามารถสุกได้ตามปกติที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เกิดกลิ่นหมักหรือรสชาติที่ผิดปกติ ทั้งการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้สาร Citrus Shine ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ และ 60 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดกลิ่นหมักและรสชาติที่ผิดปกติ ทั้ง 2 อุณหภูมิ

นิตยา (2531) รายงานว่า การเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยด้วยสารเคลือบผิว Semper fresh ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสุกได้ 1 สัปดาห์ โดยยังคงสภาพของผลได้ดีกว่าผลที่เคลือบด้วยความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เล็กน้อย แต่จะเกิดกลิ่นหมัก ถ้าเก็บรักษา ไว้เกิน 20 วัน

วิเชียร (2541) ศึกษาการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และเขียวเสวย ด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ รายงานว่า ผลที่เคลือบผิวด้วย Sta-Fresh 360 30 เปอร์เซ็นต์ และไคโตซาน ความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 3 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว และการเกิดโรคของผลมะม่วงทั้ง 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์ได้ดี และวิทวัส (2545) ศึกษาผลของการเคลือบผิวมะม่วงด้วยไคโตซาน รายงานว่า ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนัก น้อยกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิว และที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์

Baldwin (1999) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่เคลือบด้วย Nature Seal 2020 (NS) ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นโพลีแซคคาไรด์ และ Tropical Fruit Coating 213 (TFC) ที่มีองค์ประกอบหลักเป็น carnauba wax ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ทั้งสองชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 99 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 56 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่า สามารถลดการเน่าเสียและทำให้ผลมีสภาพดัดแปลงบรรยากาศเกิดขึ้น แต่ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย NS มีการแลกเปลี่ยนก๊าซน้อยกว่าและสุกช้ากว่าผลที่เคลือบผิวด้วย TFC

Zambrano *et al*. (1995) ศึกษาการเคลือบผิวมะม่วง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Palmer และ Keitt โดยเคลือบผิวด้วย Pro-long และ Primafresh ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำผลมะม่วงบรรจุกล่องพลาสติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ทำการวิเคราะห์ผลในช่วงวันที่ 2-18 หลังการเก็บเกี่ยว รายงานว่า สารเคลือบผิวทั้ง 2 ชนิด ให้ผลในการลดอัตราการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงได้ดีกว่าชุดที่ไม่ได้เคลือบผิว

จากงานวิจัยข้างต้น แสดงให้เห็นว่าผลไม้แต่ละชนิดจะตอบสนองต่อ ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่แตกต่างกัน และจากข้อดีของการใช้สารเคลือบผิวประกอบกับค่านิยมของผู้บริโภคปัจจุบันโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วหันมานิยมความเป็นอยู่ที่ใกล้ชิดธรรมชาติมากขึ้น (จริงแท้, 2538) งานวิจัยเกี่ยวกับการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่เป็นที่ต้องการข้อหนึ่ง คือ หาสิ่งที่ไม่ใช่สารเคมีเพื่อใช้ในการควบคุมโรค หรือสารธรรมชาติซึ่งให้ผลต่อการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (Kader and Zagory, 1988) การใช้สารเคลือบผิวที่ปลอดภัย หรือบริโภคได้มาเคลือบผิวผลิตผลพืชสวนนับเป็นแนวคิดที่ดี สารเคลือบผิวที่มีขายเป็นการค้าในปัจจุบันจึงมักเป็นสารธรรมชาติที่สกัดมาจากพืชหรือสัตว์ เช่น carnauba wax ได้จาก *Copernicia cerifera* cadelilla ได้จาก *Pedilanthus pavonis* shellac ได้จาก lac ซึ่งเป็นสารที่ขับถ่ายจากแมลง laccifer และ bee wax ได้จากผึ้ง (สายชล, 2536) ตัวอย่างของสารเคลือบผิวที่สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ เช่น ฟิล์มโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides film) ได้จาก แป้ง (starch) แอลจิเนต (alginate) และเพคติน (pectin) ฟิล์มลิพิด (lipid film) ได้จาก ไข (wax) และสารตึงผิว (surfactant) ต่าง ๆ และฟิล์มโปรตีน (protein film) ได้จาก โปรตีนจากข้าวโพดหรือแป้งสาลี เป็นต้น (มณฑาทิพย์ , 2535)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

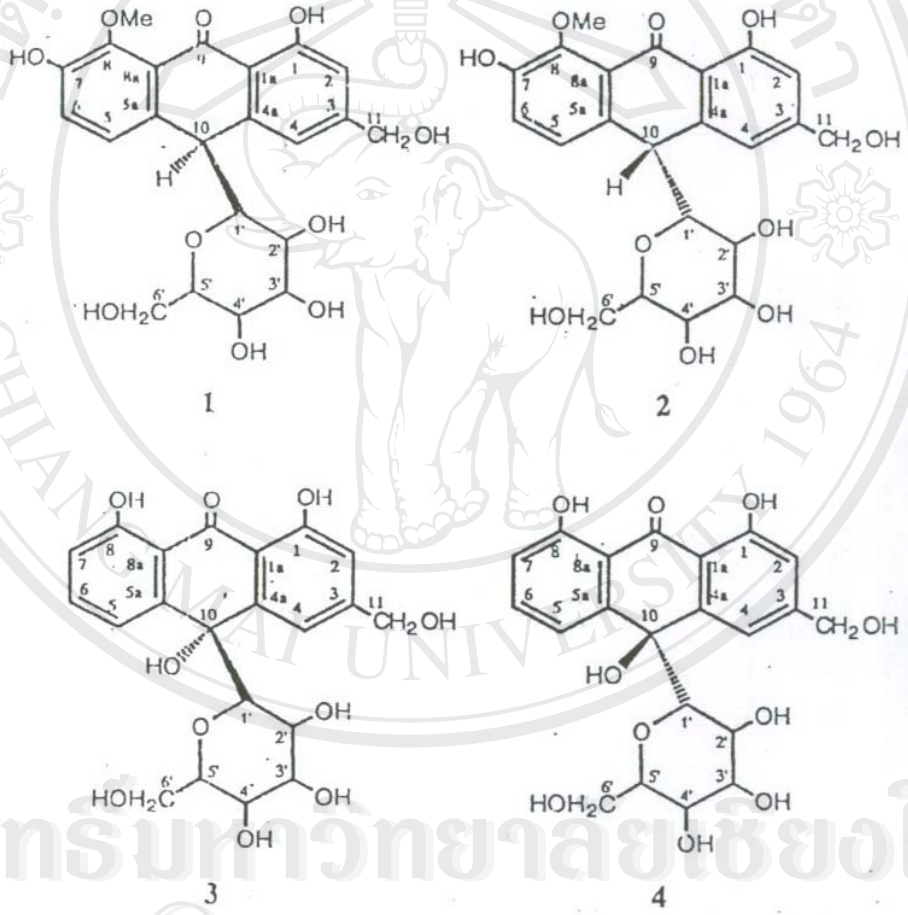
2.9 สารเคลือบผิวชนิดต่างๆ

2.9.1 ว่านหางจระเข้ เป็นสมุนไพรที่รู้จักกันดี เป็นไม้อวบน้ำมีอายุหลายปีขอบใบเป็นแฉกคล้ายหนาม ลักษณะลำต้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ ว่านหางจระเข้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกประเภท เป็นพืชที่ไม่ค่อยมีแมลงรบกวน จึงไม่ต้องฉีดยากำจัดศัตรูพืช ประโยชน์ในทางสมุนไพร เช่น รักษาแผลสด แผลจากน้ำร้อนลวก รักษาพิษจากแมลงจำพวกผึ้ง ยังมีรายงานว่าในว่านหางจระเข้มีสารพวก แอนทราควิโนนอยู่ ซึ่งสารนี้มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้ (สุพจน์, 2534) ส่วนสารประกอบอื่นที่ตรวจพบมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดการปวดบวม เช่น แบรดีไคนินเนสแมกนีเซียมแลคแตต สารต้านพลอสตาแกลนดินและซาโปนิน ที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ (ก่องกาญจน์ และคณะ, 2536) จากการศึกษาโครงสร้างของสารประกอบในใบของว่านหางจระเข้ พบสาร aloenin จัดอยู่ในกลุ่ม กลูโคไซด์ (Hirata,1978) สาร aloins A (barbaloin) และ aloins B (iso barbaloin) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของ C-glucosylanthrones (ดังภาพที่ 1) (Okamura *et al* ., 1997) ต่อมาได้พบโครงสร้างใหม่อีก 3 ชนิดได้แก่ 8-C-glucosyl-(S)-aloesol, 8-C-glucosyl -7-O-methylaloediol และ isorabaichromone (Okamura *et al* ., 1997) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของใบว่านหางจระเข้(*Aloe vera*) มีส่วนประกอบของน้ำตาลแมนโนส 67 เปอร์เซ็นต์ และหมู่อะซิติล 23 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นกลูโคสและกาแลคโตส โดยมีสัดส่วนของน้ำตาลต่อหมู่อะซิติลเป็น 3:1 (Young *et al* ., 1997)

แนวทางการใช้ประโยชน์ของว่านหางจระเข้ Saks and Barkai-Golan (1995) ทำการศึกษาผลของการใช้วุ้นว่านหางจระเข้ (*Aloe vera*) กับผลของ grapefruit รายงานว่ามีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคที่สำคัญทั้งสี่ชนิด ได้แก่ *Penicillium digitatum, P. expansum, Botrytis cinerea* และ *Alternaria alternata* อย่างมีนัยสำคัญ ชนิดของว่านหางจระเข้นั้นให้ผลในการยับยั้งเชื้อราที่แตกต่างกัน โดยมีรายงานเปรียบเทียบระหว่าง *Aloe arborescens , Aloe vera, Aloe saponaria* โดยว่านหางจระเข้ (*Aloe vera*) ที่สกัดจากเอธานอล สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Aspergillus niger* ได้ (Ae and Sun,1985) การศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีผลิตว่านหางจระเข้ผง พบว่าระหว่างอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 150 และ 200 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต มากกว่าการอบแห้งแบบถาดที่ อุณหภูมิ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียสเล็กน้อย (ก่องกาญจน์ และคณะ, 2536) เช่นเดียวกับรักษา (2545) รายงานว่า เมื่อนำส่วนของวุ้นและเปลือกว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักโดยปริมาตรมาเคลือบผิวผลมะนาวพันธุ์แป้น แล้วเก็บรักษาที่ 25 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่าผลมะนาวที่เคลือบด้วยส่วนของวุ้นว่าน-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หางจระเข้มีอายุการเก็บรักษา นานกว่าผลที่เคลือบด้วยส่วนของเปลือก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลมะนาวที่เคลือบด้วยส่วนของวุ้นความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาที่ 25 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 28 และ 77 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 20 และ 42 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้



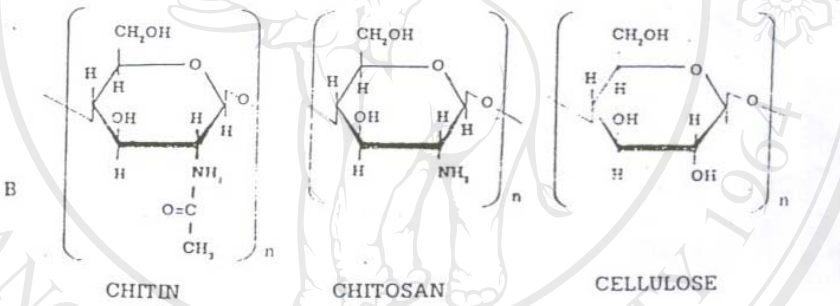
ภาพ 1 โครงสร้างของ C-glucosylanthrones (Okamura *et al*., 1997)

1: 8-*O*-methyl-7-hydroxyaloin A 2: 8-*O*-methyl-7-hydroxyaloin B

3: 10- hydroxyaloins A 4: 10- hydroxyaloins B

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.9.2 ไคโตซาน (chitosan) เป็นอนุพันธ์ของไคติน (chitin) ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ชีวภาพในกลุ่มคาร์โบไฮเดรทที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส (cellulose) ไคตินมีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกับเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ของพืช แต่ไคตินเป็นโพลิเมอร์ในสัตว์ (Austin *et al*., 1981) แหล่งที่พบไคตินได้มาก เช่น ในเปลือกสัตว์พวกกุ้งและปู ไคตินจะช่วยให้เปลือกสัตว์เหล่านี้แข็งแกร่ง และยังพบในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งพืชและจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบไคตินตามผนังเซลล์ของเห็ดรา ยีสต์ และแบคทีเรีย โดยจะรวมอยู่ในสารพวกโพลีแซคคาไรด์ (มยุรา, 2539) ส่วนไคโตซานได้จากกระบวนการ deacetylation ของไคตินโดยดึง acetyl group ออกเป็น D–glucosamine polymer ซึ่งเป็น amino sugar (Filar and Wirick, 1978) สูตรโครงสร้างของไคติน ไคโตซานและเซลลูโลสมีสูตรโครงสร้างคล้ายกันดังภาพ 2



ภาพ 2 สูตรโครงสร้างของไคตินเปรียบเทียบกับไคโตซาน และเซลลูโลส (มยุรา, 2539)

ไคติน หรือ poly-β-(1,4)-N-acetyl-D-glucosamine เป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างคล้ายเซลลูโลส ต่างกันที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ของไคตินเป็น NH_2-CO-CH_3 แทนที่จะเป็นหมู่ OH ซึ่งพบในเซลลูโลส ไคตินเป็นสารพอลิเมอร์ที่ไม่มีประจุ (non-electrolytic polymer) ซึ่งทำให้ไคตินละลายได้ยากในสารละลายทั่วไป ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากไคตินจึงไม่ค่อยแพร่หลาย

ไคโตซาน หรือ poly-β-(1,4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose (หรือ D-glucosamine) ผลิตได้จากการแยกเอาหมู่อะซิติล (acetyl group) ออกจากไคตินด้วยปฏิกิริยาทางเคมี โดยทั่วไป 80 เปอร์เซ็นต์ ของไคตินทั้งหมดจะถูกดึงหมู่อะซิติลออก ส่วนอีกประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ยังเป็นหมู่อะซิติลอยู่และเมื่อพิจารณาสูตรโครงสร้างของไคโตซานแล้วจะเห็นว่า ไคโตซานสามารถมีประจุบวกบนหมู่ NH_2 ได้ จึงทำให้ไคโตซานสามารถละลายได้ในสารละลายหลายชนิดที่เป็นกรด ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากไคโตซานได้กว้างขวางกว่าไคติน ไคโตซานส่วนใหญ่ละลายได้ในตัวทำละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อินทรีย์หลายชนิดที่เป็นกรดเจือจาง pH น้อยกว่า 5.5 (Filar and Wirick, 1978) แต่ไม่ละลายในสารอินทรีย์ที่เป็นกลางและด่าง และไม่ละลายในกรดซัลฟูริก (sulfuric acid) ที่อุณหภูมิห้อง ตัวทำละลายไคโตซานที่ดีที่สุดคือ กรดฟอร์มิก (formic acid) (Kienzale-Sterzer *et al*., 1982)

ประโยชน์ของไคตินและไคโตซาน (มยุรา, 2539)

1. เป็นแหล่งของอาหาร

มีรายงานการใช้ไคตินผสมในอาหารสำหรับ โค และ กระบือ เนื่องจากเป็นแหล่งของไนโตรเจน และแหล่งของพลังงาน ซึ่งประกอบด้วยหมู่อะซิติล โมโนเมอร์ของฟรักโตส และไนโตรเจน ในรูปที่ง่ายต่อการดูดซึม เมื่อผสมไคติน 20 เปอร์เซ็นต์ ลงในอาหารไก่สามารถควบคุมอาการท้องร่วงกระตุ้นการเจริญของ vibriobacteria ที่สังเคราะห์เอนไซม์แลคเตส ย่อยน้ำตาลแลคโตส ซึ่งเป็นอาหารสำคัญของไก่ ทั้งไคตินและไคโตซานยังช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยอาหารของกระเพาะอาหารไก่ และกระต่าย เร่งอัตราการเจริญของปลาทรายแดง และ ปลาไหลญี่ปุ่น

อนุพันธ์ของไคโตซานคือ N-carboxymethyl chitosan สามารถยับยั้งกลิ่นในผลิตภัณฑ์เนื้อ ช่วยยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ ถ้าใช้ร่วมกับไคโตซานจะสามารถเป็นวัตถุกันเสียในอาหารได้ และ N–acetyl–D–glucosamine ที่บริสุทธิ์เป็นสารที่ให้ความหวานในอาหารได้ ไคตินและไคโตซานจะช่วยเพิ่มเส้นใยในอาหารเมื่อถูกความร้อนก็จะให้กลิ่นรสในอาหารด้วย การเติมไคตินในขนมปังจะช่วยทำให้ขนมปังฟู ไม่ยุบตัว

2. ลดจำนวนจุลินทรีย์

Polycationic chitosan มีคุณสมบัติในการตรึงจุลินทรีย์และจับกับโปรตีนเมื่อแยกโปรตีนออกจุลินทรีย์ก็จะถูกกำจัดออกมาด้วย จึงใช้คุณสมบัตินี้ลดความขุ่นและจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำแอปเปิลซึ่งบ่มด้วย *Lactobacillus plantarum* หลังจากผ่านกระบวนการ homoginization

3. ทำให้สารบริสุทธิ์

ไคโตซานเป็นสารธรรมชาติที่มี polyligand อยู่มากในโมเลกุลของ N–acetyl–D–glucosamine ทำให้เกิดการตกตะกอนในหัวเชื้อข้าวสาลี คุณสมบัติของ polyligand จะละลายได้ดีที่ pH ต่ำกว่า 6.5 และตกตะกอนที่ pH สูงกว่า 6.5 เมื่อ pH ในหัวเชื้อข้าวสาลีสูงกว่า 6.5 จึงเกิดการตกตะกอน ในปี ค.ศ. 1974 Bloch and Burger ก็ใช้ไคตินเป็นตัวยึดเกาะให้เกิดการตกตะกอนในหัวเชื้อข้าวสาลี แทน ligand เช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ทำให้เครื่องดื่มใส

Acid soluble crab – shell chitosan และ water soluble chitosan salt มีประสิทธิภาพต่ออุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ทำให้น้ำแอปเปิลและน้ำแครอทใส ประสิทธิภาพของการใช้ไคตินจะเท่ากับการใช้ silica gelatin หรือ bentonite treatment ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง crosslingked N–carboxyl chitosan สามารถดึงตะกั่วและแคดเมี่ยมออกจากน้ำดื่มได้

5. เป็นส่วนประกอบของ nitrogenous soil และปุ๋ย

ไคตินใช้เป็นส่วนประกอบของ nitrogenous soil และปุ๋ย ทำให้ดินมีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากไคตินเป็นสารประกอบของ N–acetyl–D–glucosamine ซึ่งมี amino sugar เป็นอาหารเสริมสำหรับพืช พืชสามารถดูดซึมไนโตรเจนในรูปที่ง่ายขึ้น นอกจากนี้ไคตินยังสามารถควบคุมศัตรูพืชได้

6. ใช้ในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสีย

ไคตินมีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นและสารแขวนลอยในน้ำ การกำจัดการปนเปื้อนของ polychlorinated biphenyl (PCB) ในน้ำดีกว่าการใช้ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ทั้งไคตินและไคโตซาน สามารถลดปริมาณไอออนของทองแดงและปรอท ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Chorella* สารประกอบเชิงซ้อนของ chitosan glucan ที่เกิดจากการต้ม fungal waste mycelia ใน NaOH 40 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ละลายน้ำ สามารถจับอนุมูลของโลหะในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ไคโตซานเพื่อตกตะกอนกรดอะมิโนในกระบวนการกำจัดน้ำเสียของบ่อกุ้ง และที่ความเข้มข้นของไคโตซาน 10 – 80 mg/l เซลล์สาหร่ายก็จะเกิดการตกตะกอนได้เช่นกัน

7. อุตสาหกรรมทำสีย้อม

การผสมไคตินในสีย้อม FD&C Red No. 4 จะทำให้คุณสมบัติของสีไม่เปลี่ยนแปลงที่ pH 1-7 โดยผสมสีประมาณ 0.7 – 0.8 mg/g ของไคตินหรือไคโตซาน การดูดซับสีย้อมของไคโตซานจะขึ้นอยู่กับ pH ของสารละลายสีย้อม อุณหภูมิ จำนวน และขนาดของอนุภาคของไคโตซาน

8. ผลิตเส้นใยและฟิล์ม

อุตสาหกรรมเส้นใย เช่น ไหมเทียม ฝ้าย ขนสัตว์ เส้นใยสังเคราะห์และกระดาษ จะใช้ไคตินและไคโตซานเป็น sizing agent เพื่อเพิ่มความเหนียวและความหนาให้เส้นใยเมื่อไคโตซานทำปฏิกิริยากับ carbom disulphide จะช่วยให้สารละลายเหนียวและข้น เมื่อรวมกับ cellulose จะได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

cellulose xanthate ใช้สังเคราะห์ cellulose fiber และฟิล์มที่ย่อยสลายง่าย ดังนั้นบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารที่ทำจากฟิล์มที่ย่อยสลายได้ ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะเป็นพิษ

9. การทำกาว

ไคตินเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดจะได้สารที่มีความเหนียว สามารถใช้ติดแก้ว พลาสติค ยาง และเซลลูโลสได้

10. ทางการแพทย์

ไคตินในรูปอะซิเตด (acetate) ใช้เป็นยารักษาแผลเนื่องจากไฟไหม้ เป็นส่วนผสมของ soft contact lens และใช้ทำเส้นไหมละลายใช้เย็บบาดแผล ไคโตซานเป็นส่วนประกอบกับสารอื่นทำเนื้อเยื่อไตเทียม ทำ dialysis membrane ผลิตสารกันการแข็งตัวของเลือด (anticoagulant) นอกจากนี้ยังใช้ไคติน ไคโตซานในการลดปริมาณคอเลสเทอรอล และไขมันอื่นๆ รวมทั้งใช้เป็นสารยับยั้งอาการ lactose intolerance ด้วย

ประโยชน์ของไคโตซานในเชิงวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว

เนื่องจากคุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่สำคัญของไคโตซานคือ สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มใสเหนียวและยืดหยุ่น ใช้ห่อหุ้มอาหารเนื่องจากรับประทานได้ และทนอุณหภูมิสูง สามารถควบคุมการผ่านเข้าออกของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ จึงมีผลต่อเมแทบอลิซึมของผลไม้ (ไพรัตน์และคณะ, 2536)

ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของไคโตซาน เช่น การใช้ไคโตซานความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์เคลือบผิวผลมะนาวที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยน้ำผสมสารฆ่าเชื้อรา ช่วยให้สามารถยืดอายุการเปลี่ยนแปลงสีผิวมะนาวได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นเวลา 24 และ 65 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 1 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 82 ± 5 เปอร์เซ็นต์ และ 11 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ไพรัตน์และคณะ, 2536)

นอกจากนี้ไคโตซานยังมีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดโรคหลังเก็บเกี่ยวได้ โดยในการทดลองกับมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเคลือบผิวมะเขือเทศด้วยไคโตซานที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลในการยืดอายุการเก็บรักษาดีกว่ากลุ่มที่เคลือบด้วยความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และดีกว่ากลุ่มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวตลอดการทดลอง นอกจากนี้ยังพบการลดลงของการเกิดโรคจาก *Botrytis cinerea* ซึ่งเป็นเชื้อหลักที่ทำให้เกิดโรคในมะเขือเทศ เมื่อเก็บไว้นาน 4 สัปดาห์ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคจะต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (El-Ghaouth *et al*., 1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

El-Ghaouth *et al*. (1991) พบว่าไคโตซานความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ที่เคลือบลงบนผลสตรอเบอรีสด แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งโรคจากเชื้อรา ในช่วง 21 วันแรกของการเก็บรักษาได้ไม่แตกต่างจากการใช้สาร Rovral ซึ่งเป็นสารยับยั้งเชื้อรา แต่หลังจากนั้นไคโตซานจะยับยั้งการเกิดโรคได้ดีกว่าสาร Rovral อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้เหตุผลในการทดลองว่าหลังจาก 21 วันแล้วสาร Rovral จะเกิดอาการเป็นพิษ (phytotoxicity) ต่อผลสตรอเบอรี มีอาการช้ำน้ำ (water–soaked areas) ทำให้เกิดโรคมากกว่าชุดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน และการที่ไคโตซานสามารถยับยั้งการเกิดโรคได้เนื่องจากคุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยตรงจากไคโตซานเอง หรือการเหนี่ยวนำให้เกิด เอนไซม์ (chitinase และ β1,3-glucanase) มาย่อยผนังเซลล์ของเชื้อรา และการกระตุ้นการสร้างสารต่อต้านเชื้อรา (phytoalexins) ของผลสตรอเบอรี หรือทั้ง 3 สาเหตุร่วมกัน

El-Ghaouth *et al*. (1992) ศึกษาเรื่องนี้ต่อโดยนำผลสตรอเบอรีสดที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของ *Botrytis cinerea* และ *Rhizopus stolonifer* แล้วเคลือบด้วยไคโตซาน 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเกิดโรคจากเชื้อทั้ง 2 ชนิดจะลดลง และกลไกการเกิดโรคจะสัมพันธ์กับคุณสมบัติการเป็นตัวยับยั้งเชื้อรามากกว่าความสามารถในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ chitinase, chitosanase และ β1,3–glucanase ไคโตซานมีผลอย่างมากในการยับยั้งการงอกของสปอร์และการเจริญของเชื้อทั้ง 2 นี้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

Du *et al*. (1998) ศึกษาการยับยั้งการเกิดโรคจาก *B. cinerea* ของไคโตซานที่เคลือบลงบนผลแอปเปิลพันธุ์ Jonagold โดยพิจารณาจากภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) พบว่าไคโตซานสามารถยับยั้งการงอกของ conidia และการเจริญของ hypha ในเชื้อ *B. cinerea* ได้ โดยให้เหตุผล 2 ประการคือ เกิดจาก phytoalexin และเอนไซม์บางตัวซึ่งถูกกระตุ้นโดยไคโตซานให้ไปยับยั้งการงอกของ conidia และประการที่สอง คือ ลักษณะผิวที่ตึง เรียบ ไม่มีรอยแตก ของผลแอปเปิลที่เคลือบด้วยไคโตซาน ดังนั้นจึงเกิดการเจริญของเส้นใยได้ยาก

การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง กับไคโตซานที่สกัดจากผนังเซลล์ของเชื้อรา *F. solani* f. sp. *phaseoli* พบว่าไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งมีผลต่อการสร้างสาร phytoalexin ของถั่วมากกว่าไคโตซานที่สกัดจากผนังเซลล์ของเชื้อรา (Haswiger and Beckman, 1980)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Zhang and Quatick (1997) พบว่า การเคลือบผิวผลลิ้นจี่พันธุ์ Huaizhi ด้วยไคโตซานช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาล (browning) ที่เปลือกผลลิ้นจี่ได้ นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์

สำหรับในประเทศไทยงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ไคโตซานเคลือบผิวผลไม้ เพื่อป้องกันโรคหรือยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลมะม่วงซึ่งเป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานทั่วไปทั้งในและต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาเพื่อหาข้อมูลพื้นฐานในเรื่องนี้อย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไคโตซานมาใช้ประโยชน์มากขึ้น

2.9.3 สารเคลือบผิวอื่นๆ ที่ผลิตขึ้นมาจำหน่าย เช่น ไขคาร์นูบา (carnauba wax) ซึ่งเป็นไขที่สกัดได้จากผิวของ Brazilian palm (*Copernicia cerifera*) หรือไขที่แยกจากน้ำมันดิบ (paraffin wax) ซึ่งส่วนผสมของสารเคลือบผิวที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มักจะผสมไขต่างๆ ด้วยสัดส่วนที่ต่างกัน ทั้งนี้ เพราะไขแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น carnauba wax จะมีคุณสมบัติที่สำคัญคือมีความแข็งแรงมาก มีความแวววาวมาก มีกลิ่นหอมและมีจุดหลอมเหลวสูงประมาณ 84-96 องศาเซลเซียส (Hampel and Hawley, 1973) แต่ป้องกันการสูญเสียน้ำได้ไม่ดี ส่วนไขจากน้ำมันดิบจะป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี แต่ไม่ให้ความแวววาว (สิริญญา, 2545) ไขที่ใช้เตรียมสารเคลือบผิวนอกจากจะต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี และมีคุณสมบัติอื่นๆ เหมาะสมกับความต้องการของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวแล้ว ยังต้องมีความปลอดภัยต่อการบริโภคสูงด้วย carnauba wax เป็นไขที่แยกได้จากผิวพืช จึงเชื่อว่ามีความปลอดภัยสูง และมีคุณสมบัติที่เหมาะสม เพราะสารเคลือบผิวที่มีจำหน่ายเป็นการค้าส่วนใหญ่แล้วมักจะเตรียมจาก carnauba wax หรืออาจผสมกับไขชนิดอื่น เช่น ผสมกับ resin (Hagenmaier and Shaw,1992) candellila และ paraffin เป็นต้น (Bennett,1975) ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง เนื่องจาก carnauba wax มีราคาแพงมาก รองลงมาคือ shellac และcandellila ส่วน paraffin มีราคาถูกที่สุดซึ่ง ปรีดา(2536) ศึกษาคุณสมบัติของสารเคลือบผิวส้มเขียวหวาน ซึ่งใช้ความเข้มข้นของ carnuaba wax 0-15 เปอร์เซ็นต์ และรายงานว่าสารที่ใช้ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และการสูญเสียน้ำหนักมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของสารนั่นคือ ถ้าความเข้มข้นมากขึ้น จะสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดีขึ้น และไม่จำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลส้มทำให้ O_2 และ CO_2 ภายในผล รวมทั้งปริมาณ ethyl alcohol ใน head space เหนือน้ำคั้นไม่ต่างจากผลปกติ Grant *et al.* (1999) ศึกษาผลของ Bio Save (R) และ carnauba wax ต่อการเสื่อมสภาพของ cranberry รายงานว่าผลที่เคลือบผิวด้วย carnauba wax จะเกิดโรคน้อยกว่าผลที่ไม่ได้เคลือบผิว และมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กว่า และยังมีการศึกษาผลของการเคลือบผิวและอุณหภูมิต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยใช้ carnauba wax 15 เปอร์เซ็นต์ , shellac 15 เปอร์เซ็นต์ , carnauba wax 7.5 เปอร์เซ็นต์ + shellac 7.5 เปอร์เซ็นต์, Citrus Shine 60 เปอร์เซ็นต์,Johnson's wax และสารเคลือบผิว ZIVDAR พบว่าผลส้มเขียวหวานที่เคลือบด้วย carnauba wax 15 เปอร์เซ็นต์ และสารเคลือบผิว ZIVDAR ลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มได้ดีที่สุด ตลอดอายุการเก็บรักษา (วงเดือน , 2546) เช่นเดียวกับ Amarante *et al*. (2001) ที่ทำการเคลือบผิวลูกแพร์ด้วย carnauba based wax emulsion และเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเปลี่ยนสีและยืดอายุของผลไม้ได้นานขึ้น สีเปลือกและสีเนื้อของผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงไว้นานขึ้น

Baldwin (1999) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่เคลือบด้วย Nature Seal 2020 (NS) ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นโพลีแซคคาไรด์ และ Tropical Fruit Coating 213 (TFC) ที่มีองค์ประกอบหลักเป็น carnauba wax ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ทั้งสองชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 99 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 วัน แล้วนำมาเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 56 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการเน่าเสียและทำให้ผลมีสภาพดัดแปลงบรรยากาศเกิดขึ้น แต่ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย NS มีการแลกเปลี่ยนก๊าซน้อยกว่าและสุกช้ากว่าผลที่เคลือบผิวด้วย TFC

จากข้อมูลข้างต้น จึงมุ่งหวังในการศึกษาผลของวุ้นว่านหางจระเข้ ไคโตซาน และไขคาร์นูบาที่เหมาะสม ที่ใช้ในการเคลือบผิวต่อคุณภาพ หลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง โดยใช้มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved