บทที่ 2

ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะนาว

มะนาวเปนไมยืนตนขนาดเล็ก มีชื่อสามัญวา lime จัดอยูในตระกูลสม (citrus fruit) ชนิดหนึ่ง เชื่อวาเปนไมพื้นเมืองของอินเดีย มีถิ่นกำเนิดในอินเดียตะวันออกหรือทางภาคเหนือของอินเดีย จัดอยูในวงศ Rutaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตรคือ *Citrus aurantifolia* Swingle มะนาวจัดเปนไมผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในประเทศไทย โดยมีการนำไปใชประโยชนในรูปแบบตางๆ อยางมาก มายอาทิเชน เปนสวนประกอบในการผลิตเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑซักลาง การนำมาใชเปนสวนประกอบเพื่อเพิ่มรสชาติในผลิตภัณฑอาหาร และการนำมาผลิตเปนเครื่องดื่มชนิดตางๆ ตลอดจนการสงเปนสินคาออกสรางรายไดใหกับประเทศ ซึ่งพบวาในอนาคตขางหนาปริมาณและมูลคาการสงออกจะมีมาก

ขนเนองจากชาวตาภาพท 2.1 มะนาว
ที่มา : โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช (2558)

2.2 กระบวนการยืดอายุการเก็บรักษา

วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะนาว ปัจจุบันวิธีที่ใช้ในการเก็บรักษาผลมะนาวสดนั้นมีหลากหลายวิธี โดยมีเป้าหมายเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาออกไปให้นานที่สุด โดยที่ผลมะนาวยังคงคุณภาพหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดและสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลมะนาวที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวหรือจากสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ซึ่งวิธีการที่นิยมนำมาปฏิบัติเพื่อเก็บรักษาผลิตผลให้อยู่ได้นานนั้น มีดังนี้ 1. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 2. การบรรจุในถุงพลาสติก 3. การใช้ฮอร์โมนพืชบางชนิด 4. การเก็บรักษาโดยการควบคุมหรือดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (controlled or modified atmosphere storage, CA or MA storage) 5. การใช้ 1-methylcyclopropene (1-MCP) 6. การฉายรังสี 7. การใช้สารเคลือบผิว

2.3 การลวก (blanching)

การลวก (blanching) เปนกระบวนการหนึ่งในขั้นตอนของการเตรียมวัตถุดิบ(preparation) ซึ่งอาจทำรวมกับการทำความสะอาด (cleaning) หรือการปอกเปลือก (peeling) ก่อนเขาสูกระบวนการแปรรูปหลัก (main process) ของผลิตภัณฑนั้นๆ ตอไป เชน การทำแหง การแชเยือกแข็ง กระบวนการลวกประกอบดวยขั้นตอนการใหความรอนกับวัตถุดิบใหมีอุณหภูมิสูงถึงจุดที่กำหนด (blanching temperature) เปนระยะเวลาหนึ่ง (blanching time) จากนั้นทำใหเย็นตัวลงถึงอุณหภูมิหองอยางรวดเร็ว ปจจัยที่สงผลตอเวลาในการลวก ไดแก ขนาดและชนิดของวัตถุดิบอุณหภูมิของ การลวก และวิธีการใหความรอนการลวกเปนการถายเทความรอนดวยวิธีการนำ การพา และการแผรังสีความรอนจากตัวกลาง (heating media) ซึ่งไดแก น้ำรอนหรือไอน้ำใหกับวัตถุดิบ โดยมีวัตถุประสงคหลัก คือ 1. ทำลายการทำงานของเอนไซม (enzyme inactivation) เนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม ทำใหผลิตภัณฑแปรรูปจากผักและผลไมเกิดการเสื่อมคุณภาพ มีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส และคุณคาทางโภชนาการระหวางเก็บรักษา ดวยเหตุนี้ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจึงตองทำการลวกดวยอุณหภูมิและเวลาที่เพียงพอตอการทำลายเอนไซม และลดอุณหภูมิลงอยางรวดเร็วเพื่อปองกันการสูญเสียคุณคาเนื่องจากความรอน 2. ทำลายและลดจำนวนเชื้อจุลินทรียที่ปนเปอนอยูบริเวณผิวนอกของวัตถุดิบ

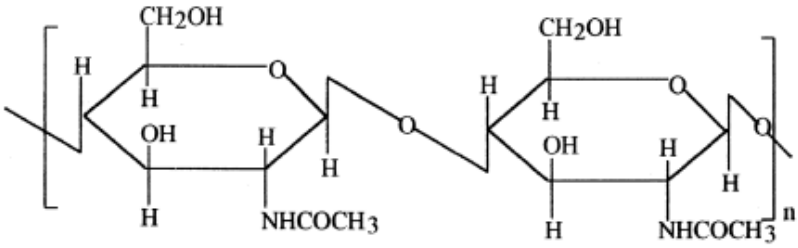
2.4 สารเคลือบบริโภคได้

ฟิล์มและสารเคลือบบริโภคได้ (edible film and coating) หมายถึง วัสดุแผ่นบางที่บริโภคได้ สามารถนำมาใช้กับอาหารโดยการนำมาเคลือบผิวของอาหารโดยตรงหรือเตรียมแผ่นฟิล์มขึ้นก่อน (Pre – formed) แล้วจึงนำมาวางบนอาหารหรือวางระหว่างส่วนประกอบของอาหาร เพื่อช่วยป้องกันการถ่ายเทไอน้ำ แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กลิ่น และไขมัน ทั้งยังทำหน้าที่ เก็บสารเติมแต่งอาหาร เช่น วัตถุกันเสีย สารช่วยรักษากลิ่นรส เป็นต้น สารเคลือบบริโภคได้ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารและป้องกันการเสื่อมเสียของผลไม้สดได้โดยการชะลอการ สูญเสียน้ำ ลดอัตราการหายใจ รักษาคุณภาพของเนื้อสัมผัส ลดการเจริญของจุลินทรีย์ ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และเป็นพาหะของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (Cuppett, 1994)

คุณลักษณะสารเคลือบบริโภคได้ขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมาก จำเป็นต้องใช้ฟิล์มที่มีความต้านทานการซึมผ่านของแก๊ส ออกซิเจนสูง เป็นต้น ข้อดีของฟิล์มและสารเคลือบบริโภคได้ที่เหนือกว่าฟิล์มหรือสารเคลือบ พลาสติกสังเคราะห์ คือ สามารถบริโภคฟิล์มได้พร้อมกับผลิตภัณฑ์ สามารถลดปัญหามลพิษทาง สิ่งแวดล้อมและปัญหาโลกร้อนในปัจจุบัน ในกรณีที่ไม่บริโภคฟิล์มหรือสารเคลือบฟิล์มเหล่านี้ สามารถแตกสลายทางชีวภาพได้ง่าย สามารถเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพิ่มความน่า รับประทาน และเข้ากันได้ ดีกับสารประกอบที่ให้กลิ่นรสและความหวาน ทั้งนี้ยังสามารถใช้หุ้มห่อ อาหารโดยแยกออกเป็นชิ้นโดยใช้เป็นแผ่นกั้นระหว่างอาหารที่มีองค์ประกอบแตกต่างกัน เพื่อ ป้องกันการเสื่อมสภาพจากการถ่ายเทความชื้นและไขมันในเนื้ออาหารที่แตกต่าง นอกจากนั้นยัง สามารถควบคุมอัตราการซึมผ่านของสารกันเสียจากฟิล์มเข้าสู่เนื้ออาหาร สารเคลือบบริโภคได้ สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบหลายประเภท ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ โปรตีน และลิพิด (อรรถพล ภูษณะพงษ์, 2552)

2.7 ไคติน – ไคโตซาน (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ, 2555)

ไคติน เป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติ โดยพบเป็นองค์ประกอบของเปลือกแข็งที่หุ้มเซลล์ของรา ยีสต์ และจุลินทรีย์หลายชนิด หรือพบเป็นโครงสร้างแข็งของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จำพวกแมลง กุ้ง ปู ปลาหมึก เป็นต้น ไคตินมีปริมาณมากเป็นอันดับสอง รองจากเซลลูโลสที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อไม้



ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของไคติน
ที่มา : Ravi (2000)

ไคตินเป็นโพลิเมอร์สายยาวที่ประกอบ ขึ้นจากน้ำตาลหน่วยย่อย คือ N – acetyl – D – glucosamine มาเรียงต่อกันเป็นสาย (ภาพที่ 2.12) ลักษณะเป็นของแข็งละลายได้ในกรดอนินทรีย์ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน กรดฟอสฟอริก และกรดฟอร์มิกที่ปราศจากน้ำ แต่ไม่ละลายในด่าง เจือจาง แอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ

ไคตินแบ่งตามลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยได้ 3 กลุ่ม คือ

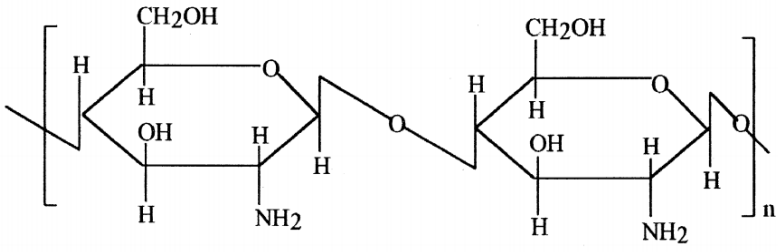
1. แบบอัลฟา มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะสวนทางกัน มีความแข็งแรงสูง ได้แก่ ไคตินจากเปลือกกุ้ง และกระดองปู

2. แบบเบตา มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในทิศทางเดียวกัน จึงจับกันได้ไม่ค่อยแข็งแรง มีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากกว่าแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากแกนปลาหมึก

3. แบบแกมมา มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะที่ไม่แน่นอน (สวนทางกันสลับทิศทางเดียวกัน) มีความแข็งแรงรองจากแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากเห็ด รา และพืชชั้นต่ำ

ไคตินในธรรมชาติอยู่รวมกับโปรตีนและเกลือแร่ ต้องนำมากำจัดเกลือแร่ออก (demineralization) โดยใช้กรดจะได้แผ่นเหนียวหนืดคล้ายพลาสติก แล้วนำไปกำจัดโปรตีนออก (deproteinization) โดยใช้ด่างจะได้ไคติน หากเป็นไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งหรือปู จะมีสีส้มปนอยู่ นำไปแช่ในเอทานอลเพื่อละลายสีออก

ส่วนไคโตซานคือ อนุพันธ์ของไคตินที่ตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N – acetyl – D – glucosamine (เรียกว่า deacetylation คือ เปลี่ยนน้ำตาล N – acetyl – D – glucosamine เป็น glucosamine) ออกตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน ปกติแล้วไคโตซานที่ได้จะมีส่วนผสมของ น้ำตาล N – acetyl – D – glucosamine และ glucosamine อยู่ในสายโพลิเมอร์เดียวกัน ซึ่งระดับการกำจัดหมู่ acetyl (หรือเปอร์เซ็นต์การเกิด deacetylation) นี้ มีผลต่อสมบัติและการทำงานของไคโตซาน นอกจากนี้ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานบอกถึงความยาวของสายไคโตซาน ซึ่งมีผลต่อความหนืด เช่น ไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เป็นต้น ดังนั้น การนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์จะต้องพิจารณาทั้งเปอร์เซ็นต์การเกิด deacetylation และน้ำหนักโมเลกุล



ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน
ที่มา : Ravi (2000)

ไคโตซาน เป็นไบโอโพลิเมอร์ธรรมชาติชนิดหนึ่ง เป็นสารอนุพันธ์ที่ไม่ละลายน้ำของ ไคติน ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญในรูปของ D – glucosamine สามารถพบเจอได้จากธรรมชาติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบอยู่ในเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา และ เป็นสารธรรมชาติที่มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว คือเป็นวัสดุชีวภาพ (biometerials) สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติ ซึ่งมี

ความปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์โดยไม่เกิดผลเสียและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดอาการแพ้ ไม่เป็นวัตถุไวไฟและไม่เป็นพิษ (non – phytotoxic) ต่อพืช นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเพิ่มปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ต่อพืชและสัตว์ (Ravi, 2000)

ปัจจุบันมีการนำไคตินและไคโตซานมาประยุกต์ในด้านต่างๆ อาทิเช่น

1. ด้านอาหาร ไคโตซานมีสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และเชื้อราหลายชนิด โดยมีกลไกคือ ไคโตซานมีประจุบวก สามารถจับกับเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์ที่มีประจุลบได้ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนและสารอื่นของเซลล์ ในหลายประเทศได้ขึ้นทะเบียนไคตินและ ไคโตซานให้เป็นสารที่ใช้เติมในอาหารได้ โดยนำไปใช้เป็นสารกัดบูด สารช่วยรักษากลิ่น รส และสารให้ความข้น ใช้เป็นสารเคลือบอาหาร ผักและผลไม้ เพื่อรักษาความสด หรือผลิตในรูปฟิล์มที่รับประทานได้ (edible film) สำหรับบรรจุอาหาร
2. ด้านอาหารเสริม มีรายงานว่า ไคโตซานช่วยลดคอเลสเตอรอล และไขมันในเส้นเลือด โดยไคโตซานไปจับกับคอเลสเตอรอล ทำให้ร่างกายไม่สามารถดูดซึมไปใช้หรือดูดซึมได้น้อยลง จึงมีการโฆษณาเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก ทั้งนี้ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากไคโตซานสามารถจับ วิตามินที่ละลายได้ดีในไขมัน (วิตามินเอ ดี อี เค) อาจทำให้ขาดวิตามินเหล่านี้ได้ นอกจากนี้ ทางการแพทย์ มีรายงานการนำ N – acetyl – D - glucosamine ไปใช้รักษาไขข้อเสื่อม โดยอธิบายว่า ข้อเสื่อมเกิดเนื่องจากการสึกกร่อนของเนื้อเยื่ออ่อนที่เคลือบอยู่ระหว่างข้อกระดูก ซึ่ง glucosamine เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ proteoglycan และ matrix ของกระดูกอ่อน จึงช่วยทำให้เยื่อหุ้มกระดูกอ่อนหนาขึ้น
3. ด้านการแพทย์ มีการวิจัยนำแผ่นไคโตซานมาใช้ปิดแผล ช่วยทำให้ไม่เป็นแผลเป็น โดยไคโตซานช่วยลดการ contraction ของ fibroblast ทำให้แผลเรียบ กระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมบาดแผลให้หายเร็วขึ้น
4. ด้านเภสัชกรรม มีรายงานการใช้ไคโตซานเพื่อควบคุมการปลดปล่อยตัวยาสำคัญ
5. ด้านการเกษตร เนื่องจากไคตินและไคโตซานมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกจากโมเลกุลอย่างช้าๆ รวมทั้งช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศและดิน จึงใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืช และกระตุ้นการนำแร่ธาตุไปใช้ ผลคือสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพการผลิตได้ ทำให้เกษตรกรมี ต้นทุนต่ำลง เนื่องจากลดการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง
6. ด้านการปศุสัตว์ ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์เพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และลดการติดเชื้อ ทำให้น้ำหนักตัวของสัตว์เพิ่มขึ้น
7. ด้านการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไป น้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหาร มีสารแขวนลอยสูง ไคโตซานมีประจุบวก สามารถจับกับโปรตีนและไขมันได้ดี ซึ่งโปรตีนที่ได้สามารถแยกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ต่อไป นอกจากนี้ ไคโตซานยังสามารถดูดซับอิออนของโลหะหนัก และจับสี (dye) ช่วยในการบำบัดน้ำเสีย
8. ด้านสิ่งทอ นำมาขึ้นรูปเป็นเส้นใย และใช้ในการทอร่วมหรือเคลือบกับเส้นใยอื่นๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติการต้านจุลชีพ ลดการเกิดกลิ่นอับชื้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อังคณา อนรรฆเวช (2553) ศึกษาความเป็นได้ของวิธีการจุ่มน้ำร้อน การเคลือบผิว และการดัดแปลงสภาพบรรยากาศที่มีผลต่อคุณภาพของมะนาวพันธุ์แป้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยพบว่าการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (CO_2:O_2:N_2 เท่ากับ 1:5:96) และการปิดผนึกถุงไม่เหมาะสมต่อการเก็บรักษามะนาวเนื่องจากทำให้ผิวมะนาวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมีกลิ่นผิดปกติ และเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน วิธีการจุ่มน้ำร้อนและการเคลือบผิวจึงน่าจะเป็นวิธีการเหมาะสมในการเก็บรักษามะนาว และศึกษาอิทธิพลของวิธีการจุ่มน้ำร้อน การเคลือบผิว และการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการเคลือบผิวที่มีผลต่อมะนาวพันธุ์แป้นในระหว่างการเก็บรักษา 42 วัน ซึ่งพบว่า วิธีการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการเคลือบผิว สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสี เนื้อสัมผัส การสูญเสียน้ำหนัก และการเกิดอาการสะท้านหนาว ของมะนาวได้ดีกว่าการเคลือบผิว และการจุ่มน้ำร้อน ตามลำดับ จากการหาความสัมพันธ์สมการถดถอยเชิง Logistic Regression พบว่าค่าสีและเนื้อสัมผัสมีอิทธิพลต่อการยอมรับของผู้บริโภค $6.155x10^{11}$ เท่า และ 1.44 เท่า ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ธรรมรัตน รุงสังข (2553) ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใชลวกตอปริมาณสารลิโมนินและวิตามินซีในมะนาวพันธุแปนโดยมีปจจัยที่เกี่ยวของคือ อุณหภูมิในการลวก (70 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส) และเวลาในการลวก (1 2 3 และ 5 นาที) พบวาเมื่อทำการลวกมะนาวที่อุณหภูมิ 70 และ80 องศาเซลเซียส จะทำใหปริมาณสารลิโมนินทั้งในเปลือกมะนาวและในฝมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นฝมะนาวมีแนวโนมเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการลวก อยางไรก็ตามเมื่อทำการลวกที่อุณหภูมิ 90 และ100 อองศาเซลเซียส ปริมาณสารลิโมนินมีแนวโนมที่จะลดลงตามระยะเวลาในการลวกที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน5 นาที สงผลใหปริมาณสารลิโมนินในเปลือกลดลงถึงรอยละ 55.63 (เทียบกับปริมาณสารลิโมนินในเปลือกของผลมะนาวสด) และในฝมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นฝมะนาวปริมาณสารลิโมนินลดลงรอยละ 43.21 (เทียบกับปริมาณสารลิโมนินในน้ำมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นน้ำมะนาวจากผลมะนาวสด) การลวกผลมะนาวทั้ง 4 ระดับอุณหภูมิทำใหปริมาณของวิตามินซีในน้ำมะนาวที่คั้นไดลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นน้ำมะนาวจากผลสด ($p \leq 0.05$) ยกเวนการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน5 นาที จะทำใหปริมาณวิตามินซีลดลงถึงรอยละ 28.74 (เทียบกับปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นน้ำมะนาวจากผลมะนาวสด)ในขณะที่สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของน้ำมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นน้ำมะนาวจากผลที่ผานการลวกพบวา คาสีและปริมาณของแข็งที่ละลายไดในน้ำมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นน้ำมะนาวจากผลที่ผานการลวกมีการเปลี่ยนแปลงเล็กนอย สวนปริมาณกรดทั้งหมดคำนวณในรูปกรดซิตริก มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับในน้ำมะนาวที่คั้นไดดวยที่คั้นน้ำมะนาวจากผลสด แตมีแนวโนมที่จะลดลงเมื่อเวลาในการลวกนานขึ้น คาความเปนกรด-ดางมีค่าเพิ่มมากขึ้นและมีแนวโนมเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการลวกนานขึ้น

เกศรัตน์ วิศวไพศาล (2555) ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมะนาว โดยการนำผลมะนาวที่เปลือกผลมีสีเขียวไปแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9, 13 และ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 – 95 พบว่าผลมะนาวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพและเกิดอาการผิดปกติต่างๆ น้อยที่สุด โดยสามารถยืดอายุ

การเก็บรักษาผลมะนาวได้นานที่สุดคือ 21 วัน ในขณะที่ผลมะนาวที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 และ 25 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 16 และ 10 วัน ตามลำดับ ส่วนผลมะนาวที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาเพียง 7 วัน เนื่องจากเกิดอาการสะท้านหนาว การศึกษาผลของสารเคลือบผิวจากไขผึ้งต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาว โดยการนำผลมะนาวที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 5 นาที มาเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจากไขผึ้งที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 - 90 พบว่า สารเคลือบผิวจากไขผึ้งทุกความเข้มข้น สามารถชะลอการเปลี่ยนสี ของเปลือก และลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าผลมะนาวที่ไม่ ได้เคลือบผิว (ชุดควบคุม) โดยเฉพาะการเคลือบผิวผลด้วยสารเคลือบผิวจากไขผึ้งความเข้มข้นร้อยละ 6 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 56 วัน

จันทร์จิรา พิมพาเรียน (2545) ศึกษาอิทธิพลของสารเคลือบต่อคุณภาพของมะนาวในระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง (25องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60) พบว่าสารเคลือบผิวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะนาวได้ โดยที่สารเคลือบ sta-fresh สารเคลือบผสมระหว่างสารเคลือบ sta-fresh กับสารเคลือบกลูโคแมนแนน สารเคลือบผสมระหว่างกรดจิบเบอเรลลิคกับสารเคลือบ sta-fresh การtคลือบ 2 ครั้งระหว่างสารเคลือบกลูโคแมนแนนกับสารเคลือบ sta-fresh และการเคลือบ 2 ครั้งระหว่างสารเคลือบกลูโคแมนแนนกับ สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค สามารถชะลอการเสื่อมเสีย การสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสีของมะนาวในระหว่างการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับมะนาวที่ไม่เคลือบผิว ($p>0.05$) และเมื่อทำนายอายุการเก็บรักษา พบว่าสารเคลือบผสม และการเคลือบ 2 ครั้งระหว่างสารเคลือบ sta-fresh กับสารเคลือบกลูโคแมนแนนสามารถเก็บได้นาน 3 สัปดาห์เช่นเดียวกับการเคลือบด้วย sta-fresh เพียงอย่างเดียว แต่สำหรับการเคลื่อนด้วยสารเคลือบผสม และการเคลือบ 2 ครั้งระหว่างกรดจิบเบอเรลลิคกับสารเคลือบ sta-fresh สามารถเก็บได้นาน 5 สัปดาห์ นอกจากนี้พบว่ากลิ่นและกลิ่นรสแปลกปลอมของน้ำมะนาวที่ได้จากน้ำคั้นมะนาวที่เคลือบผิวในระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกับน้ำนั้นที่ได้จากมะนาวที่ใหม่สด ($p>0.05$)

เยาวเรศ พลอยแดง (2556) ศึกษาวิธีการใช้ถุงพอลิเอทิลีนที่เจาะรูเข็มหมุดในการห่อผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาว โดยบรรจุผลมะนาวในถุงพอลิเอทิลีน (7.6×12.7 ซม. หนา 39 ไมโครเมตร) ที่เจาะรูด้วยเข็มหมุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มม. จำนวน 0, 2, 4, 6 และ 8 รู เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่บรรจุถุง แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทุก 10 วัน นำผลมะนาวออกมาตรวจสอบคุณภาพ พบว่าจำนวนรูที่เจาะมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา โดยผลมะนาวที่บรรจุถุงพอลิเอทิลีนเจาะ 6 รู มีคุณภาพดีที่สุดและมีอายุการเก็บรักษานานสุด 70 วัน นอกจากนี้ยังพบว่า ผลมะนาวที่ไม่บรรจุถุงพอลิเอทิลีนมีการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็ว และผลมะนาวที่บรรจุถุงพอลิเอทิลีนไม่เจาะรูจะเกิดกลิ่นผิดปกติเร็วกว่าผลมะนาวที่บรรจุถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูระดับต่างๆ การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาว โดยบรรจุผลมะนาวในถุงพอลิเอทิลีนที่เจาะรูด้วยเข็มหมุดจำนวน 6 รู แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษาได้นาน 60, 80, 50 และ 20 วัน ตามลำดับ ผลมะนาวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 และ 25 องศาเซลเซียส เริ่มพบการเสื่อมเสียภายใน 20 และ 10 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลมะนาวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวภายใน 30 วัน

สุทัศน์เทียม บุญทวี (2544) ศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาวไทยพันธุ์แป้น โดยนำผลมะนาวไปแช่ในน้ำร้อน 49, 52 และ 55 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 และ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 พบว่า อุณหภูมิในการแช่และระยะเวลามีผลต่ออายุการเก็บรักษาผลมะนาว โดยผลที่แช่ในน้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีแล้วนำไปเก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 60 วัน ในขณะที่ผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 49 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีอายุการเก็บรักษาเพียง 40 วัน ส่วนผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จะเกิดอาการผิดปกติโดยมีผิวสีคล้ำผิดปกติภายใน 6-8 วัน เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าอุณหภูมิของน้าร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่เตรทได้ การศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาวโดยแช่ผลมะนาวในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.50, 1.00 และ 150 (w/v) ที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีเปรียบเทียบกับผลที่แช่ในน้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (ชุดควบคุม) แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าผลมะนาวทีแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นแล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้ากว่าชุดควบคุม โดยชุดที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.50 สามารถเก็บรักษาได้นาน 70 วัน ในขณะทีชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 40 วัน เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีชองน้ำมะนาวพบวามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดการเก็บรักษา การประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลหลังการเก็บรักษาอยู่ในเกณฑ์พอใช้ อย่างไรก็ดีในผลมะนาวทุกชุดที่เก็บไว้ที 25 องศาเซลเซียส ไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทีแตกต่างกันตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง การรักษาผลของการใช้ไคโตซานเข้มข้นร้อยละ 0.10, 0.25 และ 0.50 (w/v) เคลือบผิวหลังจากนำผลมะนาวไปแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.50 ที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บไว้ที่ 13 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานเข้มข้นร้อยละ 0.50 เก็บรักษาที่ 25 และ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 19 วัน และ 70 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ชุดที่ไม่ได้เคลือบผิวด้วยไคโตซานมีอายุการเก็บรักษาเพียง 17 และ 50 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ดีการเคลือบผิวด้วยไคโตซานไม่สามารถชะลอการลดลงของวิตามินซีในระหว่างการเก็บรักษาได้