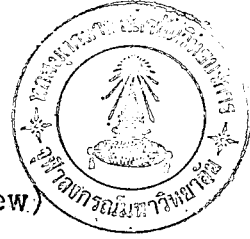


บทที่ ๑

บทนำและสอบสวนเอกสาร

(Introduction and Literature review)



ในปัจจุบันนี้ปัญหาเกี่ยวกับของแพงเรายังไม่สามารถแก้ไขได้อย่างสมบูรณ์เท่าที่ทราบกันอยู่แล้ว ถึงกระนั้นก็ตามเราก็ถือว่าเป็นสภาวะที่เกี่ยวกับปัญหาทางเศรษฐกิจที่ทั่วโลกทุกประเทศประสบอยู่ แต่สิ่งที่คนไทยประสบอยู่และเป็นปัญหาที่มีมานานแล้วแต่ก่อนนั้นจนกระทั่งขณะนี้ ก็คือ ปัญหาที่มะนาว ซึ่งทุกครอบครัวรู้จักมานานแล้วและมีความจำเป็นต่อการใช้ประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน มักจะมีราคาสูงและไม่มีพอใช้ในหน้าแล้ง ซึ่งตามปกติทั่วไปแล้ว มะนาวไทย (Lime) จะออกดอกในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกรกฎาคม และส่วนใหญ่จะเก็บเกี่ยวผลในระหว่างเดือน พฤษภาคม ถึงมิถุนายน ระยะเวลาจากวันออกดอกถึงเก็บเกี่ยวจะเป็นเวลา ๔ เดือน เมื่อถึงหน้ามะนาว มะนาวจะมีมากจนใช้ไม่ทัน ราคาก็ถูกมาก แต่พอหมดฤดูปลูก คือระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน อันเป็นระยะที่มะนาวเริ่มออกดอก มะนาวจะมีราคาสูง ประมาณ ๑๐ บาทต่หัว หรือมากกว่า และซ้ำยังขาดตลาดอีกด้วย มีไม่พอใช้

มะนาวปลูกได้ง่ายในที่ดินแทบทุกชนิด ทั้งในที่ลุ่ม และที่ดอน การปลูกนิยมใช้กิ่งตอน ทำได้ทุกฤดูกาล สำหรับมะนาวที่ปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์ Indian Rangpur

จัดอยู่ในชนิด Citrus aulantifolia มีชื่อต่างๆ ไปด้วยว่า Lime และ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Citrus aulantifolia Swingle

มะนาวที่นิยมปลูกในประเทศไทย มี ๒ พันธุ์ คือ

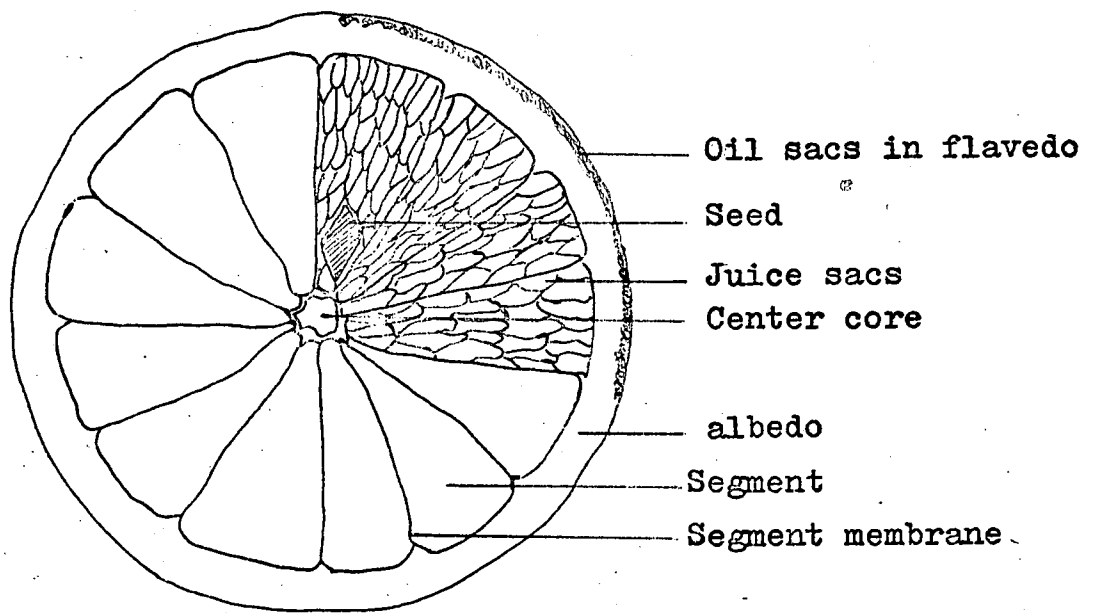
๑. มะนาวไซ้ ผลเล็กกลม เปลือกบาง ผิวเรียบ

๒. มะนาวหนึ่ง ผลโตกว่า กลมมน ค่อนข้างยาว เปลือกหนา ผิวหยาบ

เนื่องจากปัญหาที่กล่าวมาแล้วก่อนต้น ใ้มีผู้พยายามคิดหาวิธีที่จะเก็บรักษามะนาวสดเอาไว้ใช้ในฤดูแล้ง โดยวิธีต่างๆ กัน และมีมานานแล้ว ส่วนมากวิธีที่คิดค้นกันนั้นได้ผลไม่คุ้มกัน เช่น การเก็บมะนาวสดโดยฝังในทรายชั้นๆ สามารถเก็บได้ในช่วงระยะเวลาไม่เกิน ๑ เดือนเท่านั้น ซึ่งก็ไม่ทันใช้ในหน้าแล้งได้ เพราะว่าจากช่วงที่มะนาวมีมากถึงหน้ามะนาวขาดแคลนใช้เวลาถึง ๔ เดือน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช่วิธีที่ได้ผลคุ้มค่าจริง ๆ และแม้ว่าวิทยาการทางไฟฟ้าเจริญก้าวหน้าขึ้น เกือบทุกครอบครัวมีตู้เย็นใช้ ก็ใช่วิธีเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ ๑๕°ซ ก็เก็บมะนาวได้ไม่เกิน ๑ เดือนเช่นกัน เพื่อให้การคิดหาวิธีที่จะเก็บรักษามะนาวสดเอาไว้ใช้ในหน้าแล้งได้ผล และมีประโยชน์คุ้มค่าจริงๆ โดยที่มะนาวนั้นยังคงสภาพเป็นของสดเหมือนเก็บมาจากต้นใหม่ๆ ทุกประการ ทั้งลักษณะภายในและภายนอก ในขั้นแรกต้องศึกษาลักษณะโครงสร้างของผลมะนาวทุกๆ พันธุ์ ที่นิยมปลูกในประเทศไทยทั้งลักษณะภายนอกและภายใน และสาเหตุที่มะนาวเกิดการเน่าเสีย หรือลักษณะที่ไม่สดเหมือนเก็บมาใหม่ๆ ก็พบว่ามะนาวหลังจากเก็บมาจากต้นแล้วมันก็เหมือนกับพืชทั่วไปที่ยังมีชีวิตอยู่ เซลล์ทุกเซลล์ยังไม่ตาย ยังคงทำหน้าที่ต่อไป เช่นมีการหายใจ, การคายน้ำ การสังเคราะห์แสง การเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายในทางเคมีเกิดอยู่ตลอดเวลาเหมือนสิ่งมีชีวิต ซึ่งในที่สุดก็เกิดการเน่าเสียได้ จึงจำเป็นต้องชะลอการเปลี่ยนแปลงนี้ให้ช้าลง ซึ่งเท่ากับเป็นการชะลอการเน่าเสียของมะนาวไปด้วย

ลักษณะโครงสร้างของผลมะนาว (Structure of Lime)

มะนาวที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีขนาดและรูปร่างไม่เหมือนกันแต่สำหรับโครงสร้างของผลมะนาวนั้นเหมือนกันโดยทั่วไป คือภายนอก



แผนภาพที่ ๑

ลักษณะโครงสร้างของผลมะนาวผ่าซีกตามขวาง

ผิวมะนาวจะมีสารที่เคลือบอยู่ภายนอก เรียก Cutin เคลือบอยู่บางๆ ทำให้น้ำซึมเข้าและออกไม่ได้ เมื่อเรานำมะนาวออกเป็นสองซีกตามขวาง จะเห็นว่ามะนาวแบ่งออกเป็น ๒ ส่วนคือ ส่วนเปลือก ประกอบด้วย ผิวนอกสีเขียว เรียก flavedo มีต่อมน้ำมัน (Oil sacs) ใต้ชั้นนี้ และชั้นถัดมาสีขาวเรียก albedo อีกส่วนเป็นส่วนเนื้อ เป็นส่วนที่เรารับประทานได้ที่อยู่ถัดจากส่วน albedo ประกอบด้วยกลีบ หรือ segment และแกนกลางของผล (Center core) ในผลหนึ่งๆ จะมีประมาณ ๑๐-๑๒ กลีบ แต่ละกลีบประกอบด้วย ผนังกลีบ(segment membrane) และถุงน้ำ (juice sacs) หลายถุง และเมล็ดที่ติดอยู่ที่แกนกลางของผล

สีของเปลือกมะนาว

มะนาวมีสีที่เห็นได้ชัดเจมี ๒ สี คือ สีเขียวของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เปลือกสีเหลืองของคารโรทีนอยด์ (Carotinoid) ซึ่ง Pigment ทั้งสองชนิดนี้ละลายได้ในไขมัน และขณะที่ผลมะนาวกำลังแก่เต็มที่ สีที่ปรากฏมากคือ สีเขียวของคลอโรฟิลล์ เปลือกสีเขียวนั้นทำหน้าที่เหมือนใบ ผลิตการโบไฮเดรตและเก็บสะสมไว้ในส่วนที่เรียกว่า Plastid ในรูปของ Starch (แป้ง) ขณะที่ผลเคี้ยวโตขึ้นเรื่อยๆ ก็มีการใช้แป้ง และคลอโรฟิลล์ เมื่อคลอโรฟิลล์ถูกใช้หมดไป สีเขียวก็จะหายไป แป้งบางส่วนจะกลายเป็นสารไขมัน (fat bodies) ซึ่งจะไปละลายเอาคารโรทีนอยด์ ที่กระจัดกระจายไปทั่วผลให้มารวมกันทำให้เกิดเป็นสีเหลืองขึ้นนอกจากนี้การที่มะนาวมีสีเหลืองได้เร็วก็เนื่องจากว่าในขบวนการใช้แป้งนั้นจะเกิดปฏิกิริยาที่เกิดแก๊ส Ethylene ขึ้น แล้วแก๊ส Ethylene จะไปทำลายสีของคลอโรฟิลล์ ทำให้มะนาวมีสีเหลืองได้เร็วกว่าปกติ

องค์ประกอบภายในผลมะนาว

ภายในผลมะนาวจะมีสารต่างๆ รวมกันอยู่ภายใน ทั้งที่อยู่ในน้ำ, เปลือก
เมล็ด ไคแท็ก

๑. น้ำย่อยในผลมะนาว (Enzymes)

ในมะนาวมีน้ำย่อยหลายอย่างเหมือนพืชอื่นๆ คือมี amylase, invertase
zymase, lipase, protase, reductase.

ซึ่งน้ำย่อยแต่ละชนิดในมะนาวจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงภายในทาง
เคมีไปได้ ทำให้มะนาวเกิดการเน่าเสีย หากการเปลี่ยนถึงที่สุดแล้ว

๒. กรดอินทรีย์ (Organic Acids)

กรดอินทรีย์ที่พบบ่อยในมะนาวคือ Citric acid และ Malic acid
แต่ที่มีเป็นส่วนมากคือ Citric acid ทั้งนี้ในการวัดความเป็นกรดของ
มะนาวจึงมักจะวัดออกมาในรูปของปริมาณ Citric acid แทนที่จะหา
ปริมาณ Citric acid โดยตรง มะนาวที่โตเต็มที่ (Mature)
จะมีปริมาณ Citric acid สูง แล้วแต่พันธุ์มะนาว แต่โดยเฉลี่ยแล้ว
จะอยู่ในช่วง ๘-๘% (W/V) (Bartholomew, 1951)

๓. Bitter Substances

ในมะนาวจะมีสารที่มีผลให้มะนาวมีความขม กล่าวคือจะมีสารบางตัวเป็น
ตัวทำให้เกิด (Precursors) ความขม อยู่ใน albedo (เปลือก
สีขาว) Center Core (แกนกลาง) และ Segment membrane
(ผนังกลีบ) ซึ่งปกติแล้วไม่มีความขมแต่สามารถละลายในน้ำได้ แต่เมื่อเนื้อเยื่อ
พวกนี้แตกขาดออกในระหว่างการคั้นเอาน้ำออก สารซึ่งไม่มีความขม
(Precursors) จะละลายในน้ำและมีความเป็นกรดอยู่ สารนี้จะเปลี่ยน



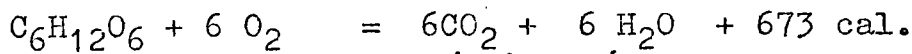
เป็นสาร limonin หรือ isolimonin ซึ่งมีความขม รสขม จาก สารนี้จะรู้ได้ว่ามี limonin ๑ ส่วน ในปริมาณน้ำมะนาว ๑ แขน ส่วน

๔. วิตามิน (Vitamin)

วิตามินที่พบมากในมะนาวคือวิตามิน ซี หรือ Ascorbic acid ใน มะนาวไทยจะมีปริมาณวิตามิน ซี อยู่ในระหว่าง ๓๐-๕๐ มิลลิกรัม ต่อ น้ำมะนาว ๑๐๐ ซีซี (นิตน้อย และ ฤทธิ. ๒๔๔๔.)

การหายใจของผลมะนาว (Respiration)

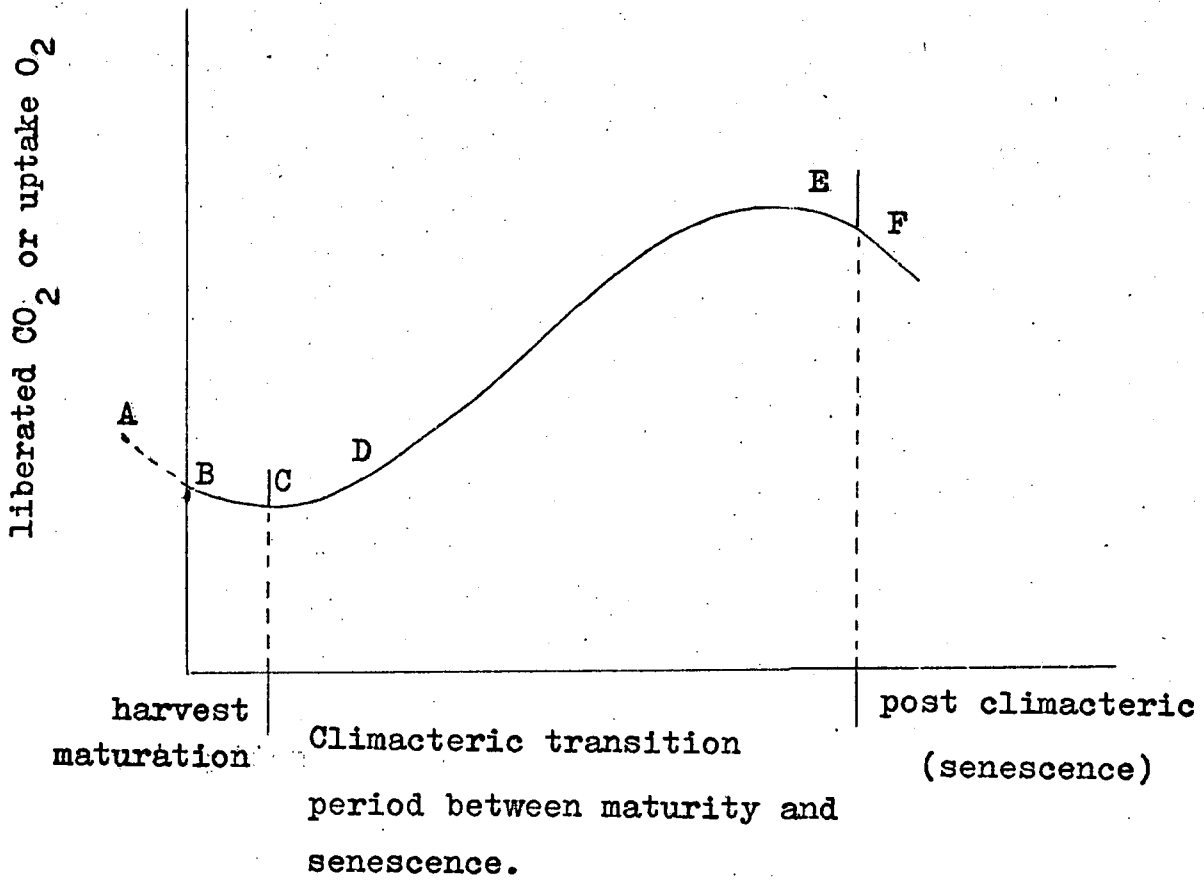
ผลมะนาวที่เก็บมาจากต้นมีการหายใจตลอดเวลาเช่นเดียวกับเซลล์ที่มีชีวิต บนต้นไม้ ในการหายใจต้องการ ออกซิเจน(O₂)ไปเผาผลาญ (Oxidise) อาหารพวกแป้ง และน้ำตาล เพื่อให้เกิดพลังงาน, CO₂, H₂O ตามสมการ



การหายใจของมะนาวจะเป็นไปอย่างช้าๆ สม่ำเสมอ ตลอดเวลา เรา สามารถควบคุมให้การหายใจช้าลงได้ โดยการชะลอปฏิกิริยาเคมีให้ช้าลงนั่นเอง ซึ่งวิธีหนึ่งที่จะกระทำได้ก็คือการลดปริมาณออกซิเจน O₂ที่จะไปเผาผลาญอาหารเคมี พวกน้ำตาลและแป้งในมะนาว

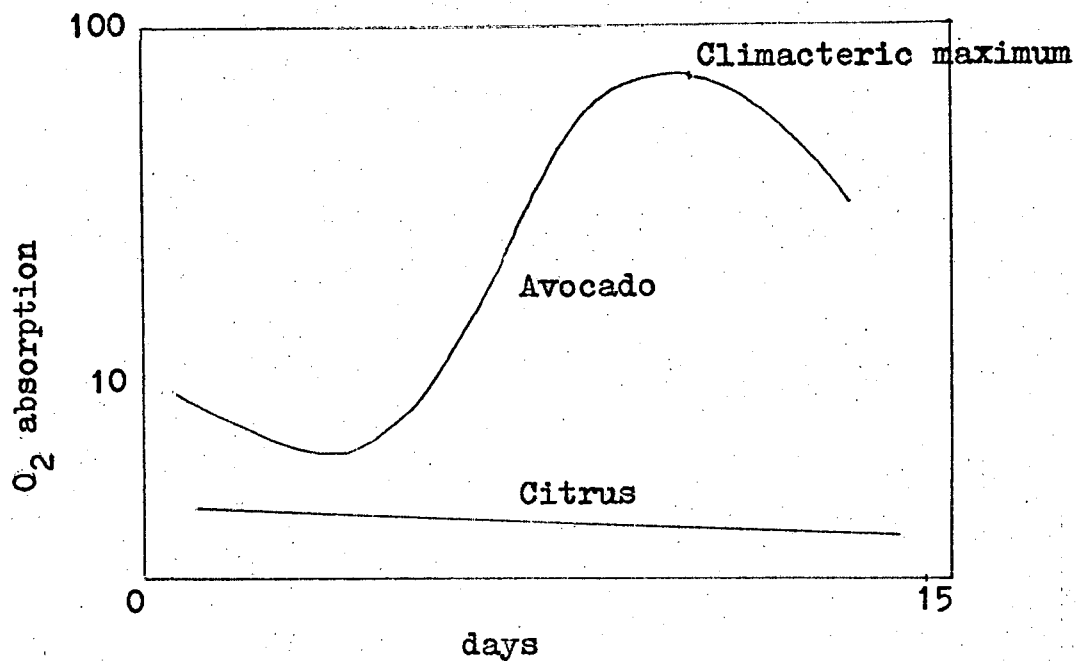
ผลการหายใจของมะนาวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้คือ

๑. ทำลายน้ำตาลที่สะสมไว้ในผลมะนาวให้เป็นรูปอื่น ผลสุดท้ายจะทำให้ มะนาวสุกเร็วขึ้น และเน่าไปในที่สุด
๒. การหายใจของมะนาวพบว่าเกิดแก๊ส Ethylene ทัวย ซึ่ง แก๊สนี้จะไปละลายสีของคลอโรฟิลล์ ทำให้มะนาวมีสีเหลืองเร็วขึ้น
๓. การหายใจของมะนาวเป็นขบวนการ Catabolism หรือ break down ทำให้ปริมาณน้ำของผลมะนาวที่เก็บไว้



แผนภาพที่ ๒

การหายใจโดยทั่วไปของผลไม้



แผนภาพที่ ๓ เปรียบเทียบการหายใจของผลส้ม กับ Avocado

ส่วนมะนาวเป็นผลไม้ที่ไม่มี Climacteric และมี ethylene น้อย ดังนั้นสะดวกต่อการควบคุมเกี่ยวกับการหายใจ ในระหว่างที่เก็บ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการหายใจของมะนาว กับ ลูกเนย (Avocado) ซึ่งมีทั้ง climacteric และ ethylene พร้อมกันไปจะเห็นได้ตามแผนภาพที่ ๓

นานๆ จะมีมากขึ้นด้วย นับเป็นการเปลี่ยนแปลงภายในทางเคมีอีกอันหนึ่ง เพื่อให้ทราบลักษณะการหายใจของมะนาวโดยแท้จริง เมื่อเปรียบเทียบกับ การหายใจของผลไม้ชนิดอื่นๆ จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับการหายใจของผลไม้ทั้งนี้คือ การหายใจของผลไม้จะมีการใช้ O_2 และคาย CO_2 ออกมา บางครั้งจะมีแก๊ส Ethylene เกิดขึ้นด้วย ซึ่งจะเกิดตรงช่วงที่ผลไม้แก่เต็มที่จนสุกงอม ระยะ นี้เราเรียกว่า Climacteric ดังแสดงไว้ในแผนภาพที่ ๒

การคายไอน้ำของผลมะนาว (Transpiration)

มะนาวทำหน้าที่เป็นเซลล์ที่มีชีวิต เมื่อมีการหายใจ มะนาวก็ต้องมีการคาย น้ำออก การคายน้ำของมะนาว จะมีผลทำให้ผิวของมะนาวเหี่ยวแห้ง ไม่สดเหมือนทั่วไป น้ำหนักและคุณภาพลดลง ซึ่งอัตราการสูญเสียน้ำจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น

๑. อุณหภูมิภายในของผลมะนาว
๒. อุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศ (Relative humidity) ที่ล้อมรอบผิวมะนาว

โดยทั่วไปสามารถลดการสูญเสียน้ำได้ โดยการควบคุมความชื้นของอากาศ รอบๆ มะนาวให้อยู่ในระหว่าง ๘๕-๙๐% Relative humidity และ อุณหภูมิไม่เกิน ๑๕°C หรืออาจจะลดการสูญเสียน้ำโดยการเคลือบด้วยขี้ผึ้ง (Wax) เป็นผิวบางๆ ซึ่งป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจน O_2 และลดการสูญเสียน้ำไป ด้วยพร้อมๆ กัน

โรคที่มักเกิดกับผลมะนาว

โรคที่มักเกิดกับผลมะนาวมีหลายชนิด (Braverman, 1949) จาก เชื้อราต่างๆ กันและให้ผลต่างกันคือ

๑. Green mold เกิดจาก Fungus พวก Penicillium



digitatum มักเกิดขึ้นที่เปลือก มีสปอร์ (Spore)
มีสีเขียวมะกอก เกิดขึ้นที่ผิว บริเวณขอบๆ มี mycelium
สีขาว และบริเวณที่เกิดแผลจะไหม้ ภายในผลถูกทำลายด้วย
เมื่อผลมะนาวถูกทำลายใหม่ๆ จะทำให้เกิดรสนิยม และรสจะ
เปลี่ยนไป

๒. Blue mold เกิดจาก Fungus พาก

Penicillium italicum ผลมะนาวจะถูกทำลายแบบ
เดียวกันกับ green mold และจะลุกลามไปถึงผลอื่น

ทั้ง Blue mold และ Green mold จะทำลาย
ผลมะนาวที่แก่จัด, ซ้ำได้คือ เรามีน้ำยาฆ่าเชื้อรา (fungicide) ที่จะทำ
ลายเชื้อรา ทั้งสองนี้ได้ ได้แก่

๑. 90% Thiobendazole
๒. Manzate-D
๓. Benlate

เรื่องการเก็บรักษามะนาวนี้ ที่จริงไม่ใช่เป็นของใหม่ เพราะมีนักวิจัย
หลายคนได้ทำการศึกษาทดลองค้นคว้ามานานแล้ว เป็นต้นว่า Calcat, A. 1929
ได้เก็บมะนาวฝรั่ง (Algerian lemons) ไว้ที่อุณหภูมิ ๑๐°ซ ความชื้น
สัมพัทธ์ร้อยละ ๘๕-๙๐ สามารถเก็บมะนาวสดไว้ได้นาน ๔-๕ เดือน โดยมะนาว
ไม่เสียเลย และ Rygg, G.L. and Wells, A.W. (1961) ได้ทดลอง
กับมะนาวฝรั่ง (Lemons) ชนิดต่างๆ โดยการเคลือบขี้ผึ้ง แล้วเก็บภาย
ไว้ที่อุณหภูมิ ๑๐°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ ๘๘ ปรากฏว่าสามารถเก็บรักษามะนาว
สดไว้ได้นาน ๗ เดือน โดยมะนาวนั้นมีความสดใสดุจของสด นอกจากนี้

Rygg, G.L. and Wells, A.W. (1962) ไ้ท้ทคลองกั้บมะนาวสท โดยเก้บภายไ้บรรยาคาสของ O_2 10% , CO_2 5% และอุณหภูมิ $๑๕^{\circ}C$ จะสามารถเก้บมะนาวไ้คานาน ๒๒-๓๓ สัปดาห์ ซึ่งท้้หมคท้้กล่ามานี้ นั้กวิจย ไ้ท้ทคลองกั้บมะนาวฝรัง (Lemons) ผู้ค้กษายจ้ิงไ้ค้อาศยหลั้กและว้ธีการว้จย เหล่านี้มาทคลองกั้บมะนาวไทย (Limes) ซึ่งก้ให้ผลแตกค่างจากการเก้บ มะนาวฝรังไปบ่าง ตามข้อมุลท้้จะไ้ค้กล่าวค้อไป

ในการท้การว้จยเก้ยวกั้บ การเก้บรักษามะนาวสทนี้ เราม้ว้คดู + ประสค้ใหญ่ๆ และขอบเขต (Scope) อย่างกว่างๆ ท้้นี้ค้อ

๑. ค้กษาลั้กษณะ และการเปล้ยนเปล้งของมะนาวไทย ท้้เก้บมา จากค้ันใหม่ๆ ท้้ทางกายภาพและทางเคมี โดยเก้บมะนาวสทน้้ไว้ในสภาพ ธรรมชาค้ท้้ไป เพ้อจะไ้เปรียบเท้ยบกั้บการเปล้ยนเปล้งท้้เก้กข้้นกั้บมะนาว ท้้เก้บโดยว้ธีค้่างๆ ในระยยะเวลาค้่างๆ กั้น

๒. เพ้อทราบระยยะเวลาที่เก้บมะนาวสทค้้วว้ธีการค้่างๆ กั้น ซึ่งค้แต่ละว้ธีเราท้ทำโดยอาศยสาเหตุการเนาเล้ยของมะนาวตามธรรมชาค้มา ชว้ย ท้้นี้ ค้อ

๑. เก้บมะนาวสทซึ่งผ่านการทำควมสะอาดโดยการใช้ สารเคมี เป็น fungicide ไว้ในห้องท้้มี ความข้้น ๘๕% RH อุณหภูมิ $๑๐-๑๒^{\circ}C$
๒. เก้บมะนาวสทท้้ผ่านการฆ่าเช้อรา และเคลือบค้้วย ช้้ผึ้ง (Wax) ๑๐% ใน Petroleum ether แล้วเก้บไว้ในห้องท้้มีควมข้้น ๘๕% RH อุณหภูมิ $๑๐-๑๒^{\circ}C$
๓. เก้บมะนาวสทท้้ผ่านการฆ่าเช้อรา ไว้ในขงค้แก้ว ซึ่งควมคุมบรรยาคาสของแกสออกซ้เจน ๑๐% และ

คาร์บอนไดออกไซด์ ๕% แล้วเก็บในอุณหภูมิ ๑๕°C

๓. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมะนาวตามระยะเวลาและวิธีต่างๆ ที่เก็บ เช่น

๑. น้ำหนักมะนาวที่ลดลงในหนึ่งเดือนคิดเป็นร้อยละเท่าไรของน้ำหนักเดิม
๒. ลักษณะภายนอกและภายในที่สังเกตได้ด้วยการดูสีและสัมผัส และการช่วยด้วยการออกแบบสอบถาม
๓. ปริมาณกรด (Titrable acidity) คิดเป็น กรัมของกรดซิตริก ต่อ ๑๐๐ ซีซี ของน้ำมะนาว
๔. ปริมาณ วิตามินซี (Ascorbic acid) คิดเป็นมิลลิกรัม ต่อ ๑๐๐ ซีซี ของน้ำมะนาว
๕. ปริมาณ Total soluble solid

๖. ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของน้ำมะนาว

๔. เพื่อมีข้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ในการส่งเสริม และแนะนำแก่การเอาไปใช้ในการอุตสาหกรรมทั้งในแง่การศึกษาเครื่องมือ และวิธีการเก็บโดยอาศัยการทดลองที่ได้ทำมาแล้วนี้

การทำการวิจัย เรื่องการเก็บถนอมมะนาวสดโดยวิธีทางฟิสิกส์และทางเคมี จะให้ผลประโยชน์หลายๆ ด้านพร้อมกัน ดังนี้

๑. ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ คือจะมีมะนาวราคาถูก และมีพอใช้ในหน้าแล้ง ซึ่งปกติแล้วมีมะนาวน้อยและมีราคาสูงไปอย่างไม่เป็นปัญหา โดยที่เพียงแต่ลงทุนติดตั้งเครื่องมือสำหรับเก็บมะนาวสดไว้ และอาศัยกรรมวิธีในการเก็บอย่างเดียวกับที่ได้ทดลองนี้ไปประกอบกันก็จะไม่ยุ่งยากอะไรเลย

และไคบลุมคาควย โดยที่ไม่ต้องเกรงว่าขณะนี้ใครมีผู้คิดทำน้ำมะนาวสดเก็บใส่ขวดไว้ใช้ ซึ่งถึงกระนั้นก็ตาม วิธีการเก็บมะนาวสดทั้งผลจะให้ผลดีกว่าแน่นอน เพราะในแง่ความนิยมแล้ว ลักษณะไหนก็ตามที่ใกล้เคียงธรรมชาติที่สุด สิ่งนั้นจะได้รับความยอมรับและนิยมมากกว่า

๒. ประโยชน์ทางการศึกษา ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของมะนาวสดที่เก็บในลักษณะต่างๆ กัน เมื่อเทียบกับมะนาวตามธรรมชาติ โดยดูการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่ไ้รวบรวมไว้ทั้งลักษณะภายนอก ภายในทางฟิสิกส์และทางเคมี คู่กันไป

๓. ช่วยส่งเสริมความรู้และความสามารถในการเก็บรักษาผักและผลไม้สด โดยอาศัยวิธีการอย่างง่ายมาประกอบกัน ซึ่งก็สามารถจะเอาไปใช้กับผลไม้และผักชนิดอื่นๆ ได้ โดยเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมอาศัยความรู้จากการวิจัยครั้งนี้แล้วเราทราบว่าเราจะมีวิธีใดที่สามารถเก็บให้นานที่สุด และในสภาพที่ที่พอสมควร เพื่อสามารถนำไปจำหน่ายได้

๔. ประโยชน์จากการทำการวิจัยครั้งนี้ ช่วยให้เราทราบว่า การเก็บรักษามะนาวไทยนั้น เราสามารถเก็บได้ด้วยวิธีใด เก็บได้นานเท่าไร โดยที่มะนาวยังคงอยู่ในสภาพที่ใช้ประโยชน์ได้ไม่แพ้ของสด และผลของแต่ละวิธีนั้นเป็นอย่างไรบ้าง ผู้สนใจเรื่องนี้จะได้เข้าใจได้ง่าย

วิธีที่จะดำเนินการวิจัย แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

๑. ทำการเก็บถนอมมะนาวสดโดยอาศัยวิธีทางเคมี และฟิสิกส์ ประกอบกันดังนี้

๑. วิธีทางเคมี

ส่วนใหญ่เป็นวิธีทำความสะอาด โดยการใช้สารเคมี เป็นยาฆ่าเชื้อรา (fungicide) และปริมาณของสารเคมีจะเป็นไปตามชนิดของสารเคมี วิธีทางเคมีนี้เป็นเพียงแต่ช่วยทำความสะอาดมะนาวเบื้องต้น

เท่านั้น เนื่องจากมะนาวที่เก็บมาจากต้นยังมีพวก รา (fungi) ซึ่งทำให้
มะนาวเน่าเสียได้ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว จึงควรต้องทำลายเสียแต่
ตอนต้น แล้วจึงค่อยดำเนินการขั้นตอนต่อไป

ยาฆ่าเชื้อรา (fungicide) ที่ใช้ทดลอง และปริมาณที่ใช้มีดังนี้

๑. 90% Thiobendazole ๑ ขอนโตะ ค่อน้ำ ๑๐ ลิตร แช่นาน
ครึ่งนาที่
๒. Manzate-D ๒๕ กรัม ค่อน้ำ ๒๐ ลิตร แช่นาน ครึ่งนาที่
๓. Benlate ๑ ขอนโตะ ค่อน้ำ ๑๐ ลิตร นาน ครึ่งนาที่
จะใช้ชนิดใดก็ได้ ตามสะดวก ซึ่งจะให้ผลใกล้เคียงกัน

๒. วิธีทางฟิสิกส์

003585

วิธีนี้จะควบคุมปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงให้ช้าลง ซึ่งจะใช้กับ
มะนาวที่ผ่านการทำความสะอาดทางเคมีมาแล้ว โดยแยกเป็นวิธีใหญ่ๆ ๓ วิธีคือ

๑. เก็บที่อุณหภูมิ ๑๐-๑๒°ซ ความชื้น ๘๕-๙๐% Relative
humidity
 ๒. เคลือบด้วยขี้ผึ้ง Wax ซึ่งมีความเข้มข้น ๑๐% ใน
Petroleum ether แล้วเก็บในอุณหภูมิ ๑๐-๑๒°ซ
ความชื้น ๘๕-๙๐% Relative humidity
 ๓. เก็บในบรรยากาศของ ออกซิเจน ๑๐% และ คาร์บอนไดออกไซด์
๕% และ อุณหภูมิ ๑๕°ซ
๒. ทำการเก็บมะนาวสด โดยปล่อยให้ไว้ในอุณหภูมิห้องธรรมดา เพื่อจะศึกษา
การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอก และภายในรวมทั้งระยะเวลาที่นานที่สุด
ที่จะเอาไปใช้ประโยชน์ได้ จะได้เปรียบเทียบกับมะนาวที่เก็บไว้โดยวิธีอื่นๆ

๓. ทำการวิเคราะห์มะนาวทางเคมี ทุกๆ ๒ สัปดาห์ โดยจะทำการวิเคราะห์หา
 ๑. น้ำหนักมะนาวที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ ของมะนาวสด
 ๒. คุณลักษณะภายนอกและภายใน เช่น สี, ความแข็ง โดยใช้การทุบ และสัมผัส
 ๓. จำนวนมะนาวที่เน่าเสียคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนมะนาวสด
 ๔. หาปริมาณความเป็นกรดของน้ำมะนาว โดยการทำให้ปฏิกิริยา (Titration) กับ 0.1 Normal NaOH ใช้ 0.3 cc phenolphthalein เป็น indicator
 ๕. ทำการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid) โดยวิธี Iodine Titration Method
๖. ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Total Soluble Solid โดยวิธีอ่านค่าจากเครื่อง Abbe ' Refractometer
๗. ทำการวิเคราะห์หาความถ่วงจำเพาะของน้ำมะนาว โดยใช้ Pycnometer. ๒๕ ซีซี
๘. ทำการวิเคราะห์มะนาวโดยการให้แบบสอบถามพร้อมกับให้มะนาวไปใช้ ประกอบเป็นอาหารแก่ครอบครัว ต่างๆ กัน จะทำ ๒ ครั้ง โดยครั้งแรก ทำการวิเคราะห์เมื่อเก็บมะนาวไปไต่ระยะหนึ่งประมาณ ๔ เดือน และครั้งที่ ๒ เป็นช่วงสุดท้ายของการเก็บมะนาว ประมาณ ๕-๖ เดือน ที่ เก็บมะนาวไว้ แบบสอบถามที่ใช้จะประเมินค่าที่สมบูรณ์โดยตรงมากที่สุด เพราะในแบบสอบถามเราจะได้คำตอบซึ่งได้จากผู้เอามะนาวนี้ไปใช้โดยตรง และเป็นการสรุปผลการเก็บมะนาวสด ด้วยวิธีต่างๆ ไปด้วย
๙. สรุปผลการวิเคราะห์มะนาวสดซึ่งเก็บด้วยกรรมวิธีต่างๆ กัน โดยเอา

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและการวิเคราะห์ทางบุคคล(Subjective Test)
ที่ใช้มะนาวประกอบอาหารมารวมกัน