บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพส้มสายน้ำผึ้ง

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจและ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (21±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 67% โดยทำการทดลองเดือนพฤศจิกายน 2544 มีดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 การเปลี่ยนแปลงสีผิวโดยใช้เครื่องวัดสี

สีผิวของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเมื่อนำมาตรวจวัดค่า L*, C* และ Hue พบว่าค่า L* ซึ่งบ่งชี้ถึงความสว่าง (L*=100) และความมืด (L*=0) ของผลส้มมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน ผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 15% มีค่า L* เท่ากับ 67.15 ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 7.5% +shellac 7.5%, shellac 15%, citrus shine 60%, Johnson' s wax และ ZIVDAR มีค่า L* เท่ากับ 66.33, 66.13, 65.60, 65.15 และ 64.62 ตามลำดับ ส่วนผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีค่า L* เท่ากับ 63.83 (ตารางภาคผนวก 1 และภาพ 7) โดยค่า L* ลดลงอย่างๆช้า และค่า L*ของผลส้มในทุกกรรมวิธีสูงกว่าชุดควบคุม แสดงว่าสารเคลือบผิวสามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวของผลส้มได้ดีกว่าผลส้มที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว เช่นเดียวกับค่า chroma (C*) ของผลส้มในทุกกรรมวิธี เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 วัน ผลส้มในชุดควบคุมมีค่า C* เท่ากับ 64.10 ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 15% carnauba 7.5%+ shellac 7.5%, shellac 15%, Johnson' s wax, citrus shine 60% และ ZIVDAR มีค่า C* เท่ากับ 63.14, 62.11, 61.38, 61.31, 59.65 และ 59.46 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 2 และภาพ 8) โดยค่า C* ของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ตารางภาคผนวก 3 และภาพ 9) ขณะที่ค่า Hue แสดงช่วงสีของวัตถุ เมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่าค่า Hue ของผลส้มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า Hue อยู่ในช่วง 72.63-74.62 องศา แสดงว่าสีเปลือกผลส้มมีสีเหลืองถึงส้มแดง และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นสีเปลือกผลส้มมีสีเหลืองเข้มขึ้นสอดคล้องกับค่า C* ที่เพิ่มขึ้นและค่า Hue ที่ลดลงในทุกกรรมวิธี โดยผลส้มในชุดควบคุมจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าผลส้มที่เคลือบผิว และพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้นาน 21

วัน บริเวณขั้วผลส้มในทุกกรรมวิธีที่เคลือบผิวเปลี่ยนเป็นสีเขียวอีกครั้ง โดยปกติในระยะแรกของการแก่ของผลส้มจะมีการเปลี่ยนคลอโรพลาสต์ไปเป็นโครโมพลาสต์ และการสังเคราะห์สารคาโรทีนอยด์เกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้สีเหลืองของสารคาโรทีนอยด์เหล่านี้เด่นชัดขึ้นแทนสีเขียวของคลอโรฟีลล์ที่เสื่อมสลายทำให้ผลส้มมีสีเหลืองเกิดขึ้น (Gross, 1987; ดนัย, 2534) แต่ต่อมาผลส้มที่เคลือบผิวเปลี่ยนกลับไปเป็นสีเขียวได้อีกทั้งนี้อาจเกิดจากสาเหตุ 2 ประการดังนี้ 1) อุณหภูมิในการทดลอง ซึ่งในขณะนั้นทำการทดลองในฤดูหนาว ซึ่งอุณหภูมิห้องมีค่าค่อนข้างต่ำประมาณ 21±2 และการที่อุณหภูมิต่ำนี้จะไปชะลอการสลายตัวของคลอโรฟีลล์ สอดคล้องกับการทดลองของ Cohen (1978b) ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการบ่มต่อการจัดสีเขียวและการเปลี่ยนสีผิวของผลส้ม Shamouti พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการสูญเสียสีเขียวของสีเปลือกผลส้ม โดยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนสีผิวเกิดขึ้นได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส 2) อาจเกิดจากสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาผลส้มซึ่งในการทดลองเก็บรักษาผลส้มไว้ในห้องที่มีความมืด ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ ดนัย(2534) ที่กล่าวว่าผลส้มนั้นความมืดสามารถชะลอการสังเคราะห์สารคาโรทีนอยด์ของผลส้ม จึงเป็นไปได้ว่าทั้ง 2 สาเหตุมีผลต่อการเปลี่ยนสีของผลส้ม นอกจากนี้ จริงแท้(2538) ยังกล่าวไว้ว่าการเลือกใช้ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่เหมาะสม สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลได้ เช่น ทุเรียนใช้ Semperfresh ที่ความเข้มข้นต่างๆเคลือบผิวทุเรียน พบว่าสามารถชะลอการเสื่อมสภาพได้ (สิริพันธ์, 2533) และการเคลือบผิวด้วยไคโตแซนความเข้มข้นสูงกับมะนาวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ (ไพรัตน์และคณะ, 2536; สุทัศน์เทียม, 2544) นอกจากนี้สารเคลือบผิวยังมีผลต่อการเปลี่ยนสีของผลส้ม ตามการรายงานของ Jahn (1976) ที่พบว่าในผลส้ม Hamlin และ Dancy tangerine การพัฒนาของสารสีคาโรทีนอยด์เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยในผลที่เคลือบผิว และสอดคล้องกับงานทดลองของ Vakis (1976) ที่รายงานว่าการเคลือบผิวมีผลชะลอการเปลี่ยนสีผิวของผล grapefruit พันธุ์ Marsh จึงเป็นข้อยืนยันได้ว่าในผลไม้ตระกูลส้มที่เคลือบผิวมีอัตราการสลายสีเขียวลดลง (Fuchs and Cohen, 1969; Jahn, 1976) นอกจากนี้สารเคลือบผิวสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซทำให้ภายในผลมีปริมาCO_2 สูงขึ้น ซึ่งCO_2จะชะลอกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟีลล์ และการสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ (Subramanyam *et al.*,1975)

1.2 การสูญเสียน้ำหนัก

เมื่อเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ผลส้มในชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 10.40% ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มที่เคลือบด้วยแวกซ์ชนิดต่างๆ ยกเว้นผลส้มที่เคลือบด้วย shellac 15% และจากการทดลองพบว่าผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 15% และ ZIVDAR ลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวก 4 และภาพ 10) ทั้งนี้พบว่าการใช้สารเคลือบผิวสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังการเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุภาพ(2531)ซึ่ง กล่าวว่า การใช้สารเคลือบผิว citrus shine ความเข้มข้น 60 % และ 80% เคลือบผิวส้มตราทำให้น้ำหนักสดลดลง 11.7 % ขณะที่การไม่เคลือบผิวน้ำหนักสดลดลง 17.9 % ซึ่งเป็นผลมาจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการซึมผ่านของไอน้ำโดยปิดรูเปิดตามธรรมชาติในชั้น epidermis (จริงแท้, 2538; Hagenmaier and Baker, 1993) ทำให้สามารถลดการสูญเสียน้ำได้ประมาณ 20-50 % (จริงแท้, 2538) ทั้งนี้ขึ้นกับคุณสมบัติของสารเคลือบผิวแต่ละชนิดด้วย ซึ่งคุณสมบัติในการป้องกันการสูญเสียน้ำหนักที่แตกต่างกันนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุคือ 1) เกิดจากองค์ประกอบทางเคมีของแวกซ์ที่ใช้เตรียมแตกต่างกันคือ carnauba ประกอบขึ้นด้วยเอสเตอร์ ของ hydroxylated unsaturated fatty acid มีจำนวนคาร์บอนประมาณ 12 อะตอม และ shellac ประกอบขึ้นด้วย aliphatic และ alicyclic hydroxy และ polyester (Windholz *et al.*,1983) การที่โมเลกุลของน้ำระเหยผ่านแผ่นฟิล์มของสารเคลือบผิวออกมาได้ต้องผ่านทางโมเลกุลในส่วนประกอบที่มีขั้ว (polar) โมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนที่เป็นโซ่ ยาวมีความเป็น polar น้อยกว่าขนาดโซ่สั้น และมีโอกาสรวมกันอย่างเหนียวแน่น ทำให้น้ำซึมผ่านได้น้อย (Bonting and Pont, 1981) แต่ยังไม่พบรายงานองค์ประกอบทางเคมีโดยละเอียดของแวกซ์ทั้ง 2 ชนิดนี้ จึงไม่สามารถอธิบายคุณสมบัติในการป้องกันการคายน้ำได้ 2) อาจเกิดจากการที่สารเคลือบผิวเคลือบติดผิวส้มได้ไม่เท่ากัน เพราะความสามารถในการเคลือบผิวผลนั้นขึ้นกับลักษณะผิวพืช และลักษณะของสารเคลือบผิวเอง เช่น สารเคลือบผิว Semperfresh มีคุณสมบัติในการป้องกันการสูญเสียน้ำหนักและจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดีแต่แห้งช้า Semperfresh สามารถใช้เคลือบผิวทุเรียน และให้ผลในการชะลอการเสื่อมคุณภาพได้ดี (สิริพันธ์, 2533) แต่ใช้ไม่ได้ผลกับส้มเขียวหวาน (สุภาวดี, 2531) ส้มโอ (ทัศนีย์, 2532) และส้มตรา (สุภาพ, 2531) ทั้งนี้เป็นเพราะผิวส้มเป็นมันสาร Semperfresh จึงเคลือบติดผิวได้น้อยกว่าผิวทุเรียน การเคลือบผิวด้วย shellac ป้องกันการสูญเสียน้ำได้น้อยกว่า carnauba อาจเป็นเพราะ shellac แห้งช้ากว่าและเคลือบติดผิวส้มได้น้อยกว่าและแผ่นฟิล์มของ shellac ซึ่งเกาะอยู่บนผิวส้มไม่ต่อเนื่องเพราะมีรู และรอยแตกมากกว่าการเคลือบผิว

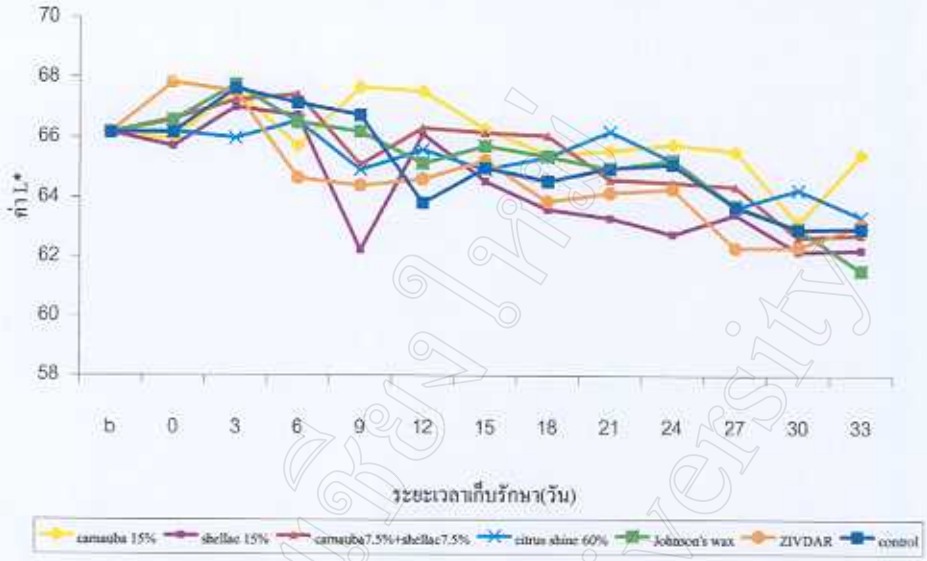
ด้วย carnauba ทำให้น้ำระเหยผ่านออกไปได้ (ปรีดา, 2536) ทั้งนี้ Ben-Yehoshua *et al.*,(1985) รายงานว่าสารเคลือบผิวป้องกันการสูญเสียน้ำได้น้อยเมื่อเทียบกับการใช้ฟิล์มพลาสติก เพราะแผ่นฟิล์มของสารเคลือบผิวที่เคลือบติดอยู่กับผิวผลมีรู และรอยแยกทำให้เกิดการคายน้ำมากกว่าพลาสติก เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นเวลานานขึ้นพบว่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีแนวโน้มสูงมากกว่าผลส้มที่เคลือบผิว ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 10) ทั้งนี้เนื่องจากผลไม้เมื่อได้รับการปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆหลังการเก็บเกี่ยวก็จะมีแวกซ์ เหลือติดอยู่กับผิวผลน้อยมากหรือไม่มีเลย การคายน้ำออกทางคิวติเคิลยิ่งมีมากยิ่งขึ้น การเคลือบผิวผลไม้ด้วยสารเคลือบผิวเพื่อทดแทนแวกซ์ส่วนที่หลุดไป และปิดรอยเปิดตามธรรมชาติและรอยแผลที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้ลดการคายน้ำและจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ ซึ่งอาจจะได้ผลดีมากกว่าผลที่มีแวกซ์ติดอยู่อย่างสมบูรณ์ตามธรรมชาติ (Arthey, 1975)

1.3 การวัดความหนาและการเกาะตัวของสารเคลือบผิวโดยการฝังพาราฟิน

จากการตัดชิ้นเนื้อเยื่อของผิวส้มพบว่าที่ผนังเซลล์ชั้น epidermis ของผิวส้มที่เคลือบด้วยแวกซ์ชนิดต่างๆนั้นมีลักษณะเรียบเนียน ส่วนผิวส้มที่ไม่ได้เคลือบมีการแตกกระจายของชั้นคิวติเคิลมากอาจเนื่องมาจากการล้างทำให้ชั้นของคิวติเคิลหลุดลอกออกไป carnauba 15% ที่เคลือบอยู่ที่ผิวส้มมีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.050 มิลลิเมตร และชั้นคิวติเคิลมีการแตกน้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วย shellac 15% มีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.053 มิลลิเมตร ในขณะที่เมื่อผสม carnauba 7.5%+ shellac 7.5% แล้วเคลือบผิวมีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.030 มิลลิเมตร และยังพบว่ามีบางส่วนของคิวติเคิลที่ฉีกขาดมากกว่ากรรมวิธีอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีบางส่วนของสารเคลือบผิวเคลือบไม่ทั่วทั้งผล หรือสารเคลือบผิวชนิดนี้ไม่เกาะติดกับผิวส้มสอดคล้องกับรายงานของปรีดา (2536) ที่กล่าวว่าเมื่อผสมสารทั้ง carnauba และ shellacในปริมาณที่เท่ากันแล้วการเกาะตัวของสารเคลือบผิวจะลดลงเนื่องจากลักษณะของ shellac มีความมันสูง แห้งช้า ในขณะที่ผิวส้มมีความมัน จึงทำให้ความสามารถในการเกาะติดผิวของ shellac ลดลง ส่วนผลส้มที่เคลือบผิวด้วย citrus shine 60% มีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.030 มิลลิเมตรและชั้นสารเคลือบผิวมีการเกาะตัวกันดีมาก ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วย Johnson's wax พบว่าสารเคลือบผิวมีการเกาะตัวกันแน่นมาก แต่ว่ามีการแตกกระจายของชั้นคิวติเคิลบ้างบางส่วนและวัดความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ยได้ 0.033 มิลลิเมตร ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR มีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.0367 มิลลิเมตร และมีการเกาะตัวกันดีแต่ก็พบว่ามีบางส่วนแตก และพบว่าผิวส้มในทุกกรรมวิธีมีการ

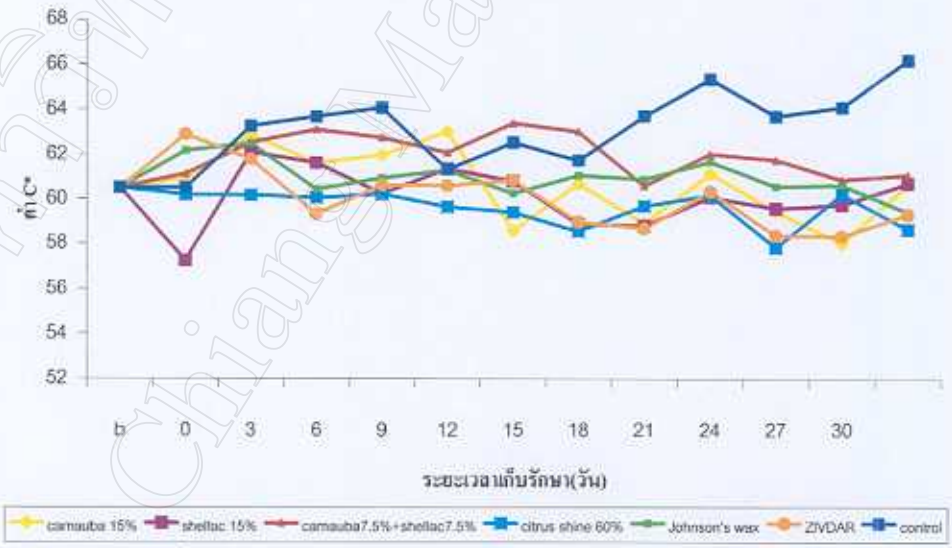
กระจายของชั้นดิวติเคิลน้อยกว่าผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีความหนาของแวกซ์ตามธรรมชาติโดยเฉลี่ย 0.020 มิลลิเมตรและพบว่าทุกกรรมวิธีของการเคลือบผิวความหนาของสารเคลือบผิวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 5 และ ภาพ 11)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



* b= วันเริ่มต้นเก็บรักษา

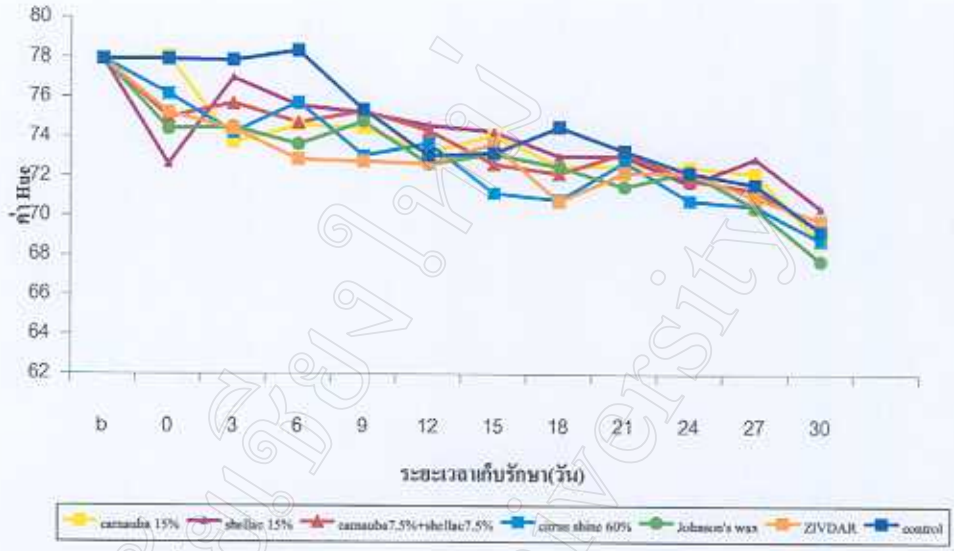
ภาพ 7 ค่า L* ของเปลือกผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน



* b= วันเริ่มต้นเก็บรักษา

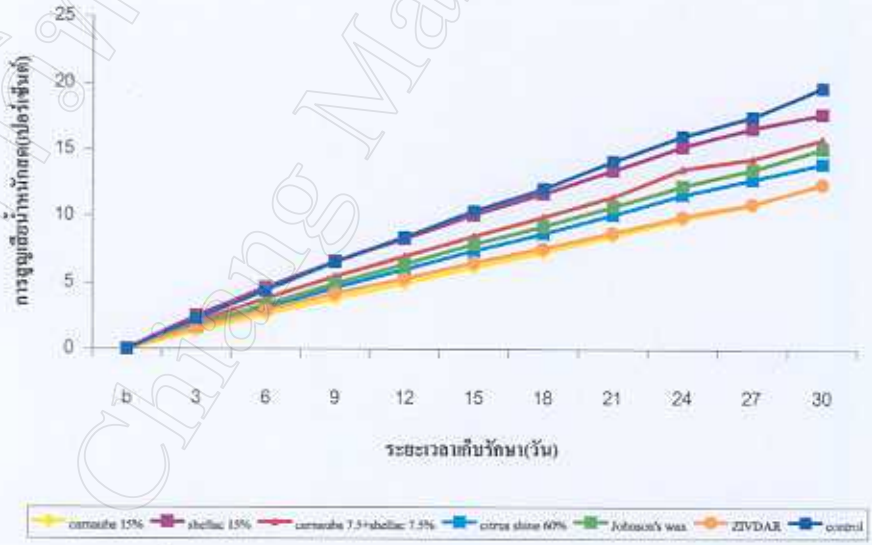
ภาพ 8 ค่า C* ของเปลือกผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



*b = วันเริ่มต้นเก็บรักษา

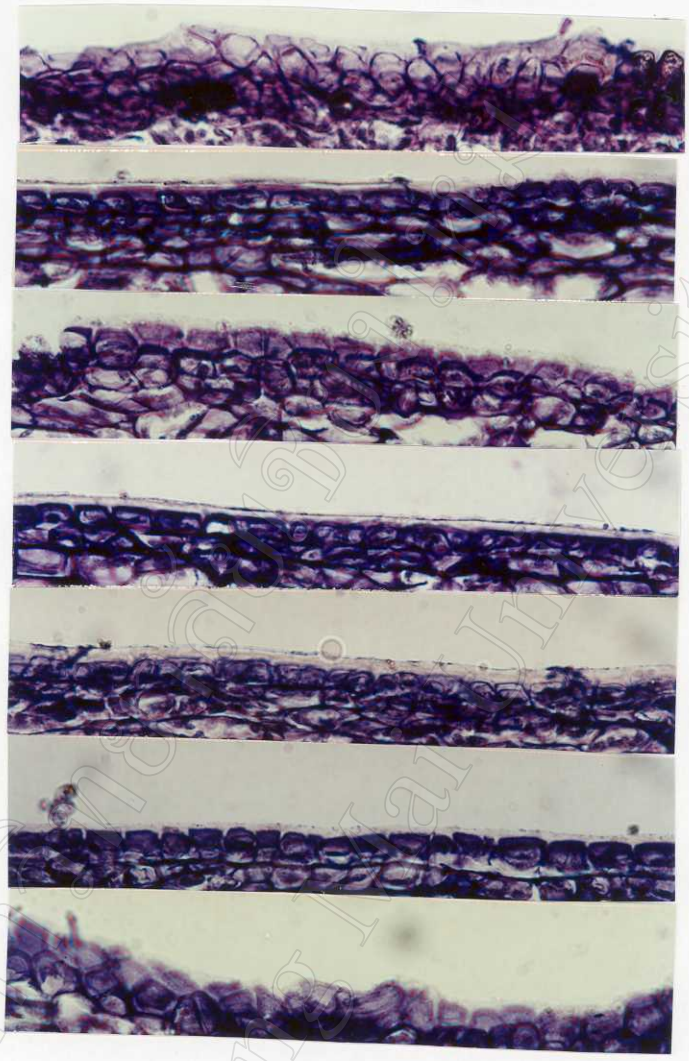
ภาพ 9 ค่า Hue ของเปลือกผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน



*b = วันเริ่มต้นเก็บรักษา

ภาพ 10 การสูญเสียน้ำหนักสดของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 11 ภาพตัดขวางเปลือกส้มที่เคลือบด้วย carnauba 15% (A), shellac 15 % (B), carnauba7.5%+ shellac 7.5% (C), citrus shine 60 %(D), Johnson' s wax (E), ZIVDAR (F) และ ผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว (G) (กำลังขยาย 40 X)

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เมื่อเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลส้มในทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพ 13) เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน ผลส้มที่เคลือบผิวด้วย Johnson's wax มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 12.13% ส่วนผลส้มชุดควบคุม ผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 7.5%+ shellac 7.5%, shellac 15%, carnauba 15%, citrus shine 60 % และZIVDAR มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 11.93, 11.73, 11.70, 11.67 , 11.60 และ 11.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 6) สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิตินั้นสอดคล้องกับรายงานของ Kader (1985) ที่ว่าสารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณ TSS, TA และ TSS/TA เนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric fruit การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงเกิดขึ้นน้อย โดยเฉพาะคุณภาพด้านความหวานจะไม่เพิ่มขึ้นภายหลังจากเก็บเกี่ยว (สายชล, 2528) อย่างไรก็ตามปริมาณ TSS อาจเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำไประหว่างการเก็บรักษาทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้นได้ ซึ่งในการทดลองนี้ พบว่า TSS เพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา สอดคล้องกับการทดลองกับการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจจะส่งผลให้ TSS เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (จริงแท้, 2538)

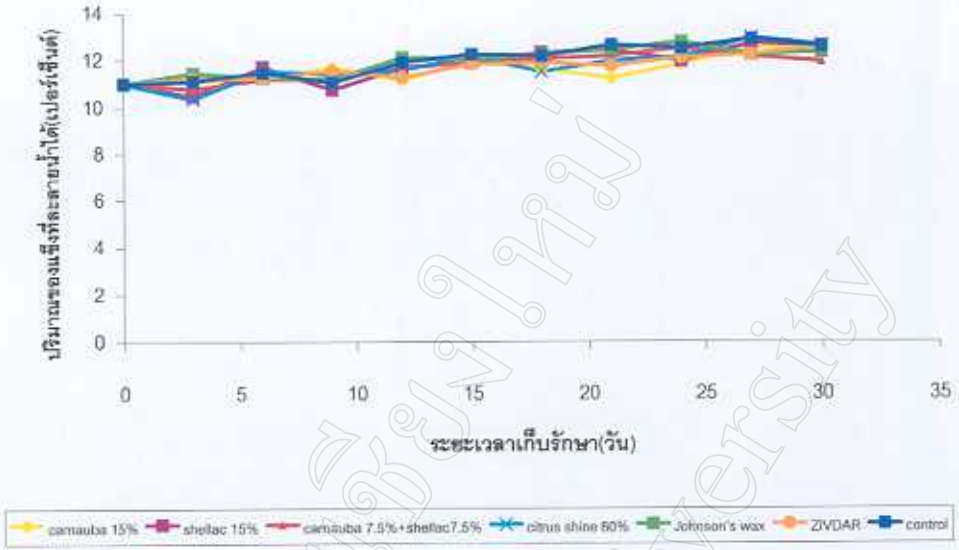
2.2 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

เมื่อเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ในน้ำคั้นไม่มีความแตกต่างกันและมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพ 15) เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นระยะเวลา 12 วัน ผลส้มที่เคลือบผิวด้วย carnauba 7.5%+shellac7.5%, carnauba 15%, ชุดควบคุม, shellac 15%, citrus shine 60%, ZIVDAR และ Johnson's wax มีปริมาณกรดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.57, 0.56, 0.54, 0.51, 0.49, 0.49 และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 7) สำหรับปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิตินั้นสอดคล้องกับการทดลองของปรีดา (2536) ที่รายงานว่าการเคลือบผิวส้มเขียวหวานด้วย Johnson's wax, carnauba และshellac ทุกความเข้มข้นไม่ทำให้ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ในน้ำคั้นแตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการทดลองและการทดลองของวิกันดา (2541) ซึ่งรายงานว่า ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของผลส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษา

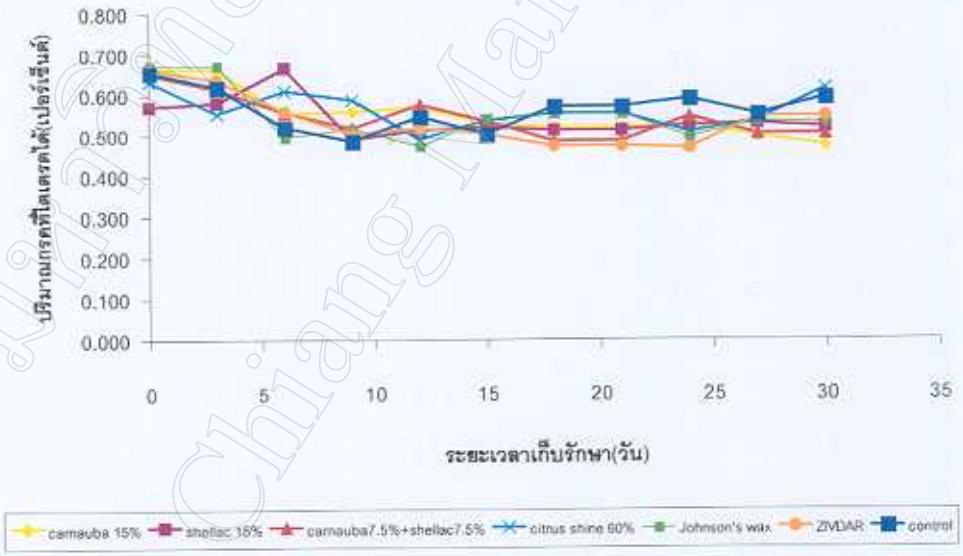
ไว้เป็นเวลานานขึ้น คาดว่าเนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non – climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับผลไม้ประเภท climacteric (สายชล, 2528)

2.3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยสารเคลือบผิวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลส้ม เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าผลส้มในชุดควบคุมมีอัตราการหายใจเท่ากับ 31.75 มิลลิกรัมCO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราการหายใจของผลส้มที่เคลือบด้วยแวกซ์ชนิดต่างๆ ยกเว้นผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 15% และ shellac 15% ซึ่งมีอัตราการหายใจเท่ากับ28.55และ 28.43 มิลลิกรัมCO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ(ตารางภาคผนวก 8) และจากภาพ 16 พบว่าอัตราการหายใจของผลส้มในทุกกรรมวิธีเริ่มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric fruit มีอัตราการหายใจหลังการเก็บเกี่ยวค่อนข้างต่ำ และจะค่อยๆลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (Kader, 1985) แต่พบว่าอัตราการหายใจของผลส้มกลับสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 27 อาจจะเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อรา ซึ่งเชื้อราจะผลิตเอทธิลีน และเอทธิลีนนี้จะกระตุ้นให้ผลส้มหายใจเพิ่มขึ้นได้ (Ting and Attaway,1971) และในสภาพนี้ทำให้ผลส้มเกิดความเครียด ซึ่งความเครียดต่างๆ เป็นปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการหายใจและผลิตเอทธิลีนเพิ่มขึ้นได้ (สายชล, 2528 ; ดนัย, 2533) และยังพบว่าการเคลือบผิวทำให้อัตราการหายใจของผลส้มต่ำกว่าผลที่ไม่เคลือบผิวตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับการทดลองของ Ben-Yehoshua (1969) ที่พบว่าการเคลือบผิวส้ม Shamouti และส้ม Valencia ในระหว่างการเก็บรักษาทำให้การหายใจลดลง เนื่องจากสารเคลือบผิวอาจจำกัดการซึมผ่านของก๊าซ CO_2 ,O_2 และเอทธิลีนทำให้มีผลต่ออัตราการหายใจ เช่นเดียวกับการทดลองของ Bank (1984) ที่พบว่ากล้วยที่เคลือบผิวด้วย TAL Pro-long มีอัตราการหายใจต่ำกว่าผลกล้วยที่ไม่ได้เคลือบผิว นอกจากนี้ Hagenmair and Shaw (1992) แนะนำว่าสารเคลือบผิวที่เหมาะสมกับผลไม้ตระกูลส้มควรยอมให้ก๊าซ CO_2, O_2 และเอทธิลีนผ่านได้มากและจำกัดการระเหยของไอน้ำเพื่อลดการคายน้ำและไม่เป็นการกีดขวางกระบวนการหายใจ

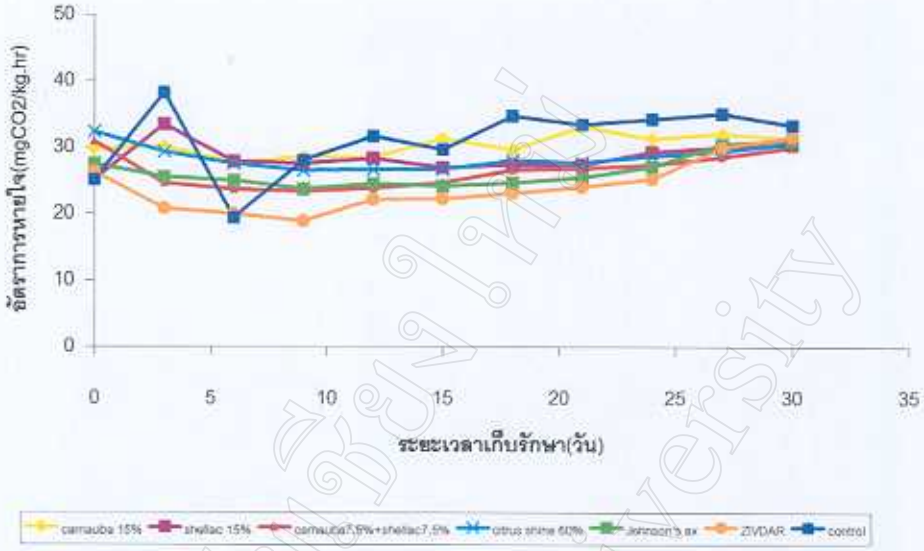


ภาพ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิว ชนิดต่างๆแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน



ภาพ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพ 14 อัตราการหายใจของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1 การยอมรับทางด้านรสชาติ

การทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มโดยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการชิม พบว่าสารเคลือบผิวไม่มีผลต่อคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลส้มเมื่อเริ่มทดลองมีรสชาติดีมาก(คะแนน 5) และจะค่อยๆลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 17) เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 12 วันผู้ทดสอบชิมเริ่มไม่ยอมรับเนื่องจากรสชาติเริ่มเปลี่ยนไป ผลส้มที่เคลือบด้วย citrus shine 60% carnauba15% shellac15% ZIVDAR Johnson's wax และชุดควบคุม มีคะแนนการยอมรับด้านรสชาติเท่ากับ 3.46, 3.40, 3.27, 3.20, 2.93, และ 2.87 คะแนน ตามลำดับ ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 7.5%+ shellac7.5% ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติต่ำเท่ากับ 2.67 คะแนนซึ่งอยู่ในขั้นพอใช้ถึงเลว (ตารางภาคผนวก 9) ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric อัตราการหายใจและการผลิตเอทธิลีนไม่เปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว(Kader, 1985) ฉะนั้นสารเคลือบผิวที่เหมาะสมควรมีคุณสมบัติในการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้น้อยหรือไม่จำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซเลย (Vine *et al.*,1963) ดังนั้นการจำกัดการซึมผ่านของก๊าซไม่สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของผลส้มได้มากนัก (Ben-yehoshua, 1987) ตรงกันข้ามอาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เนื้อส้มมีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ (Arthey, 1975) นอกจากนี้การใช้ความเข้มข้นของสารเคลือบผิวที่สูงเกินไป หรือหนาเกินไปอาจทำให้ผลไม้ไม่สุก และมีอาการผิดปกติขึ้น(จริงแท้, 2538)

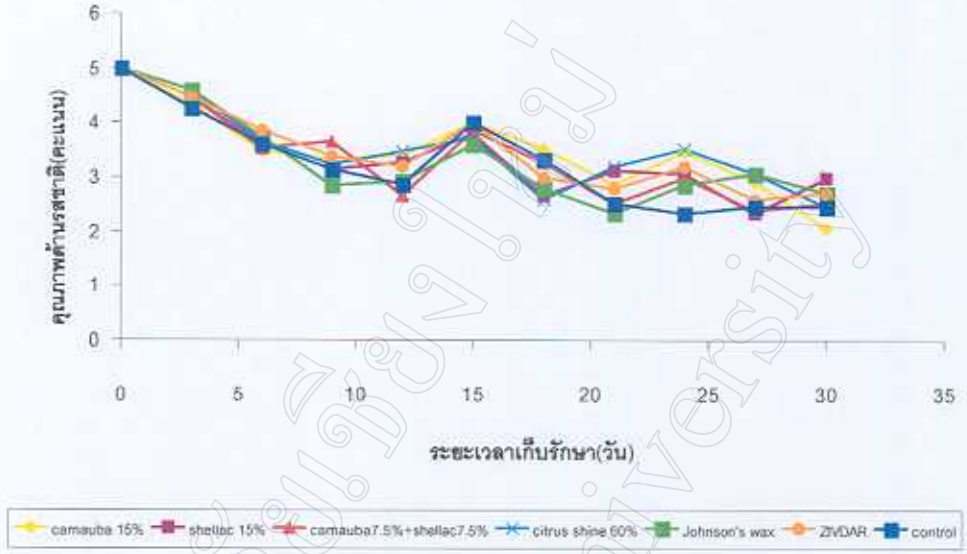
3.2 การยอมรับทางด้านกลิ่น

จากการทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มด้วยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการทดสอบชิมโดยเปรียบเทียบกลิ่นหมักซึ่งรับความรู้สึกได้ในขณะรับประทาน พบว่าผลส้มเมื่อเริ่มทดลองมีคะแนนเท่ากับ 1 คือไม่มีกลิ่นหมักเลย และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาคะแนนกลิ่นหมักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพ 18) เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าผลส้มในทุกกรรมวิธีไม่มีกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษานาน 9วัน ผู้ทดสอบชิมเริ่มไม่ยอมรับเนื่องจากรสชาติเริ่มเปลี่ยนไปและมีกลิ่นหมักเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 12 วัน ผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 7.5% +shellac 7.5% มีกลิ่นหมักเกิดมากที่สุด คือ 1.33 รองลงมาคือผลส้มที่เคลือบด้วย citrus shine 60% มีคะแนนกลิ่นหมักเท่ากับ 1.06 คะแนน ส่วนผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดอื่นๆ และชุดควบคุมไม่ปรากฏกลิ่นหมัก(ตารางภาคผนวก 10) การเพิ่มขึ้นของกลิ่นหมัก อาจเนื่องมาจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลส้มทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลสูงและมีก๊าซออกซิเจน

ลดลงทำให้ผลส้มเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนทำให้มีการสะสมของอะซิตัลดีไฮด์ และเอทิลแอลกอฮอล์ ส่งผลให้ผลส้มมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ(จริงแท้, 2538; ดนัย, 2540; นิภา, 2540; Ke *et al.*, 1990)

4. อายุการเก็บรักษา

การพิจารณาอายุการเก็บรักษาของผลส้ม โดยดูจากคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมต่อลักษณะอาการเหี่ยวของผลส้ม จากความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ปัจจัยคือเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และคะแนนการยอมรับต่อลักษณะที่ปรากฏ (ภาพ 17 และ ภาพ 18) พบว่าผลส้มเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมเมื่อคะแนนต่ำกว่าระดับ 3 คะแนน(ภาพ 19 และภาพ 20) มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 7.83 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าหมดอายุการเก็บรักษาแล้ว โดยผลส้มที่เคลือบด้วย carnauba 15% มีอายุการเก็บรักษาโดยเฉลี่ยนาน 21 วัน ส่วน shellac 15%, carnauba 7.5% +shellac 7.5%, citrus shine 60%, Johnson' s wax, ZIVDAR มีอายุการเก็บรักษานาน 12, 15, 18, 15 และ 21 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีอายุการเก็บรักษานาน 12 วัน และจากการทดลองพบว่าแม้ลักษณะภายนอกของผลที่เหี่ยวแต่องค์ประกอบทางเคมีภายในผลยังเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่ผู้บริโภคเมื่อเลือกซื้อผลิตผลมักจะพิจารณาลักษณะองค์ประกอบภายนอกผลก่อน ในขณะที่มีผู้บริโภคบางกลุ่มต้องการซื้อผลิตผลที่ไม่เป็นที่ยอมรับแล้วและซื้อในราคาที่ต่ำลง เพื่อนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่นน้ำส้มคั้น เพราะผลมีรสชาติดี ทั้งนี้เนื่องจากผลส้มมีการสูญเสียน้ำมากส่งผลต่อคุณภาพด้านรสชาติของผลิตผลให้ดีขึ้น (จริงแท้, 2538)



ภาพ 15 คุณภาพด้านรสชาติของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ แล้วนำไป เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน

หมายเหตุ

คะแนนการประเมินคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มเขียวหวาน

5 = รสชาติดีมาก

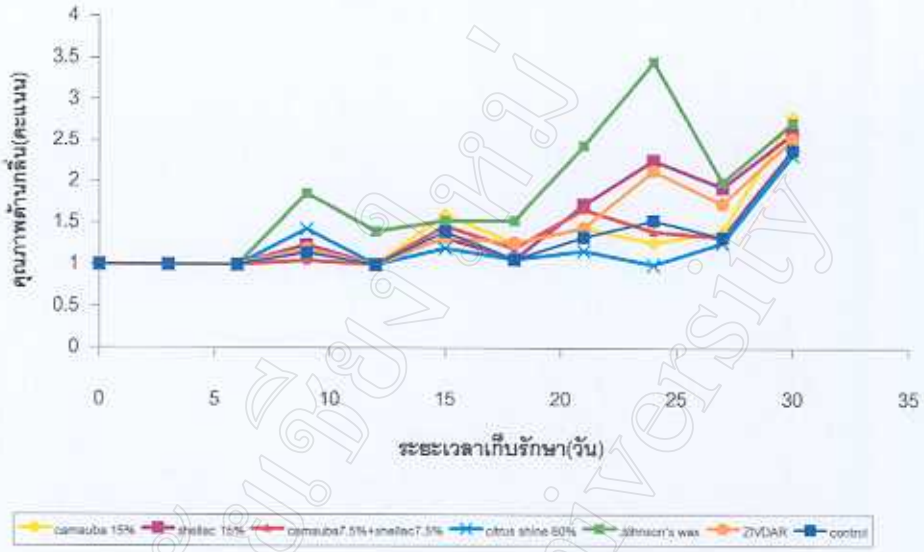
4 = รสชาติดี

3 = รสชาติปานกลาง

2 = รสชาติไม่ดี

1 = รสชาติไม่ดีมาก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 16 กลิ่นของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน

หมายเหตุ

คะแนนการประเมินคุณภาพด้านกลิ่นของผลส้มเขียวหวาน

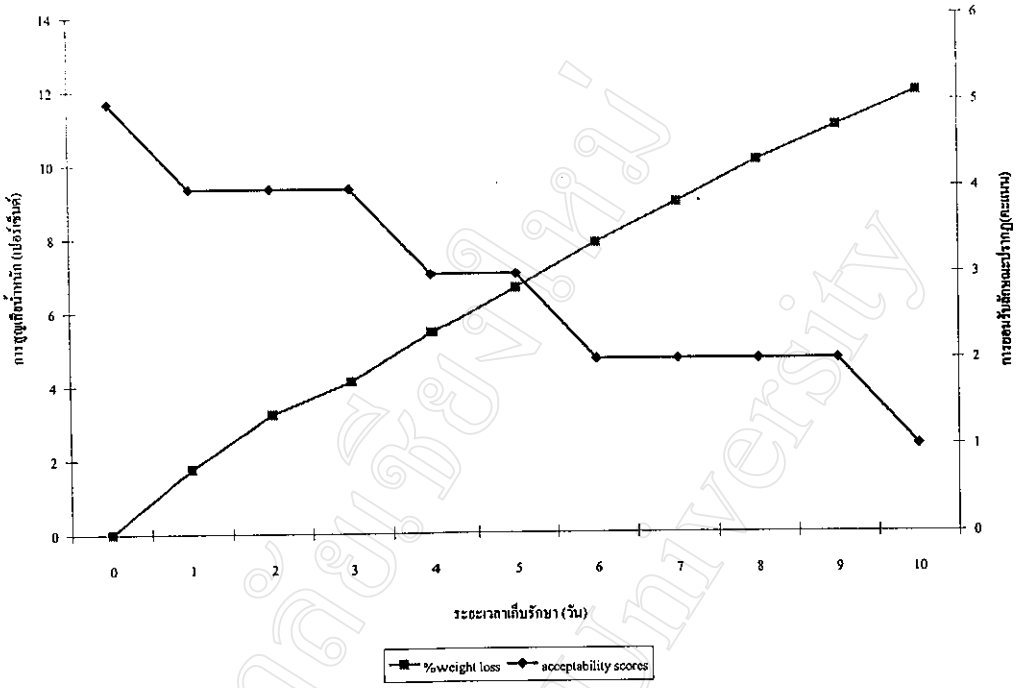
4 = มีกลิ่นหมักมาก

3 = มีกลิ่นหมักปานกลาง

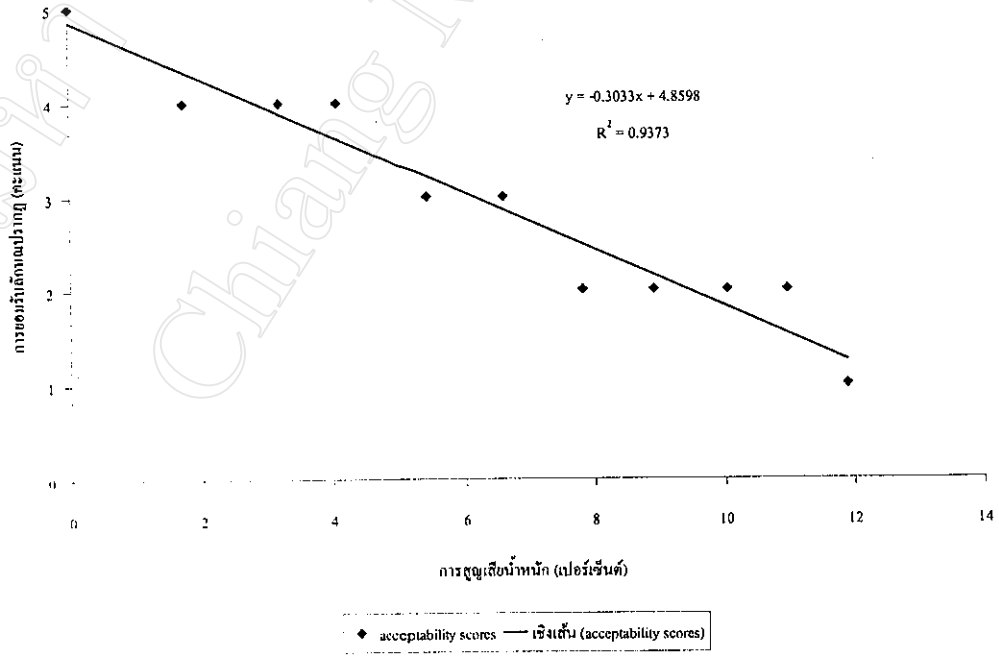
2 = มีกลิ่นหมักน้อย

1 = ไม่มีกลิ่นหมัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

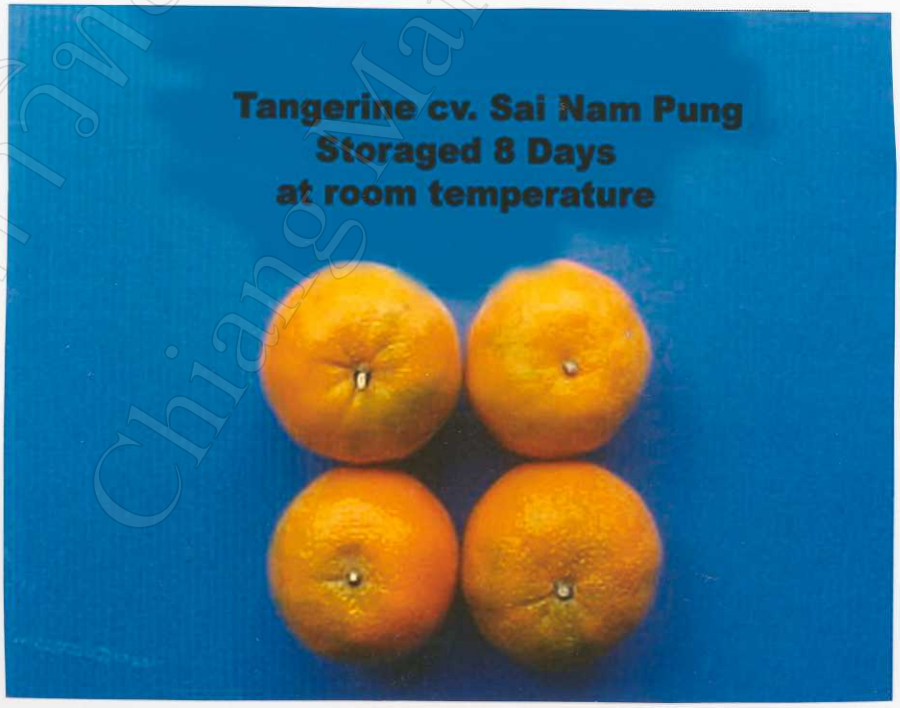


ภาพ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักสดของผลส้ม การยอมรับลักษณะปรากฏ และระยะเวลาการเก็บรักษา



ภาพ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักสดของผลส้ม กับการยอมรับลักษณะปรากฏ

ภาพ 19 ภาพผลส้มเมื่อเริ่มต้นทดลองแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพ 20 ภาพผลส้มเมื่อเก็บรักษานาน 8 วันแล้วเริ่มไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 2 ความหนาของสารเคลือบผิวที่เหมาะสม

จากการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ในการทดลองที่ 1 พบว่าการเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR จากการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่แสดงให้เห็นว่าผลส้มมีลักษณะภายนอก และความสมบูรณ์ของผลดีที่สุด จึงนำมาศึกษาความหนาที่เหมาะสม โดยการเคลือบ 1, 2 และ 3 ครั้ง จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 68 เปอร์เซ็นต์ การทดลองทำในเดือนมกราคม 2545 จากนั้นบันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี คุณภาพทางประสาทสัมผัส และความหนาของสารเคลือบผิวและการเกาะตัวกันของสารเคลือบผิว ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 การเปลี่ยนแปลงสีผิวโดยใช้เครื่องวัดสี

สีผิวของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อนำมาตรวจสอบค่า L*, C* และHue พบว่าผลส้มเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน ค่า L* ของผลส้มที่เคลือบ 1 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 54.20 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลส้มที่เคลือบ 3 ครั้ง ซึ่งมีค่าL* เท่ากับ 52.07 แต่แตกต่างกับผลส้มที่เคลือบ 2 ครั้ง และชุดควบคุม ซึ่งมีค่า L* เท่ากับ 50.94 และ 49.39 ตามลำดับ(ตารางภาคผนวก 11 และภาพ 21) โดยค่า L* ของผลส้มที่เคลือบผิวมีค่าลดลงแสดงถึงสีของผลที่คล้ำลง โดยการเคลือบ 3 ครั้ง ทำให้ผลส้มมีค่า L* ลดลงมากกว่าการเคลือบ 1 และ 2 ครั้ง ในขณะที่ผลส้มในชุดควบคุมมีค่า L* เพิ่มขึ้น ส่วนค่าC* ของผลส้มในทุกกรรมวิธี เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลส้มที่เคลือบ 1 ครั้ง มีค่า C* เท่ากับ 39.17 ส่วนผลส้มที่เคลือบ 3 ครั้ง ชุดควบคุม และ 2 ครั้ง มีค่าC* เท่ากับ 38.50, 36.34 และ 35.77 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 12) และค่า C* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพ 22) โดยค่า C* ของผลส้มที่เคลือบผิวเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ กว่าผลส้มในชุดควบคุม เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วันค่า Hue ของผลส้มในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าผันแปรระหว่าง 107.54-112.28 องศา(ตารางภาคผนวก 13) และจากภาพ 23 พบว่าค่า Hue ของเปลือกส้มมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่า Hue ที่ลดลงบ่งบอกถึงสีของผลส้มเขียวหวานที่มีสีเขียวลดลง และผลเริ่มมีสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ในสภาพเคลือบผิวผลส้มจะมีปริมาณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซที่สูงขึ้น ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้จะไปขัดขวางการทำงานของเอทธิลีนซึ่งเร่ง

การสุกของผลไม้ (จริงแท้, 2542) ทำให้การเปลี่ยนสีเปลือกลดลง ส่งผลให้เปลือกยังคงมีสีเขียวและเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก เนื่องจากสีของคาโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีเหลืองถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บังไว้ (ดนัย, 2540; Wills *et al.*, 1998) แสดงว่าการเคลือบผิวสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของผลิตผลได้ เช่นเดียวกับการทดลองของ Jahn (1976) ที่พบว่าในผลส้ม Hamlin และ Dancy tangerine การพัฒนาของรงควัตถุคาโรทีนอยด์เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยในผลที่เคลือบผิว ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Vakis(1976) ที่กล่าวว่าการเคลือบผิวมีผลยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวของผล grapefruit พันธุ์ Marsh จึงเป็นการยืนยันได้ว่าการเคลือบผิวในผลไม้ตระกูลส้มสามารถลดอัตราการสลายสีเขียว (Fuchs and Cohen, 1969; Jahn, 1976) ทั้งนี้เพราะสารเคลือบผิวสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซทำให้ภายในผลมีปริมาณ CO_2 สูงขึ้น ซึ่งCO_2จะชะลอกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และการสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ (Subramanyam *et al.*,1975) แต่จากการทดลองพบว่าการเคลือบผิวผลหลายครั้งไม่สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของผลส้มได้มากนักเมื่อเทียบกับการเคลือบ 1 ครั้ง แสดงว่าความหนาของสารเคลือบผิวไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนสีของผลส้ม แต่ความหนาของสารเคลือบผิวสามารถชะลอการสูญเสียน้ำให้ลดลงได้

1.2 การสูญเสียน้ำหนัก

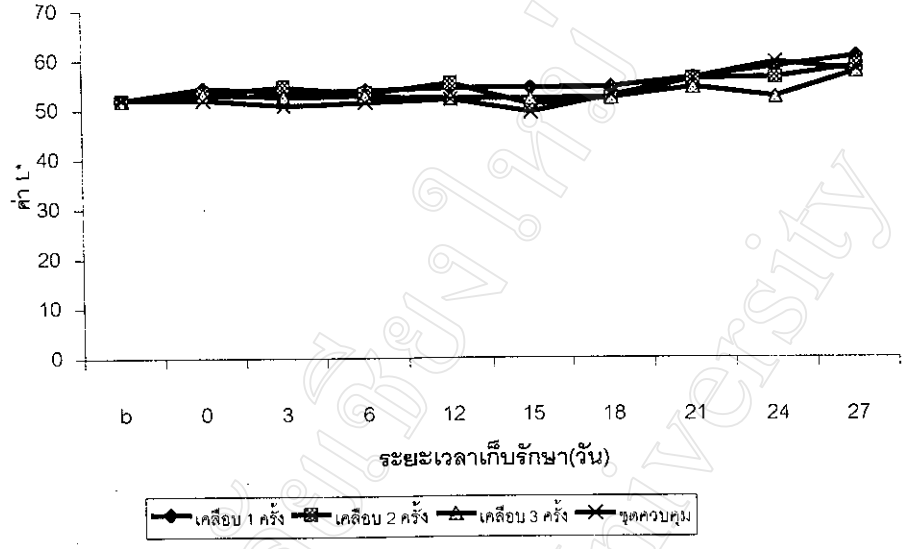
เมื่อเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลส้มในชุดควบคุมกับผลส้มที่เคลือบด้วยวิธีการต่างๆในการทดลองทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน ผลส้มในชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 9.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลส้มที่เคลือบ 1 ครั้ง มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 6.51 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลส้มที่เคลือบ 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.44 และ 5.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการทดลองพบว่าผลส้มที่เคลือบ 3 ครั้ง สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา(ตารางภาคผนวก 14) ทั้งนี้พบว่าผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่งนิกา(2540)รายงานว่าการใช้สารเคลือบผิวในปริมาณที่เหมาะสมนั้นสามารถลดการสูญเสียน้ำที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักได้ และจากการทดลองพบว่าผลส้มที่เคลือบ 1 ครั้ง มีการสูญเสียน้ำหนักมากว่า 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง (ภาพ 24) อาจเนื่องจากการเคลือบ 1 ครั้งนั้นสารเคลือบผิวอาจเคลือบได้ไม่ทั่วทั้งผล จึงทำให้มีช่องว่างทำให้ส่วนที่ไม่โดนสารเคลือบผิวมีโอกาสสัมผัสกับอากาศได้มากกว่า ทำให้ผลเกิดการคายน้ำได้มาก และผลมีอาการเหี่ยวเร็วกว่าการเคลือบ 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง โดยทั่วไปถ้า

เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง(28±2) องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 8-10% ภายใน 1 สัปดาห์ และปรากฏอาการเหี่ยวให้เห็น ซึ่งในการทดลองพบว่าเมื่อเคลือบผลหลายครั้ง ทำให้การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มลดลงอย่างไรก็ตามการใช้สารเคลือบที่หนาเกินไปอาจทำให้ผลไม่สุกและมีอาการผิดปกติขึ้นได้ (จริงแท้, 2538)

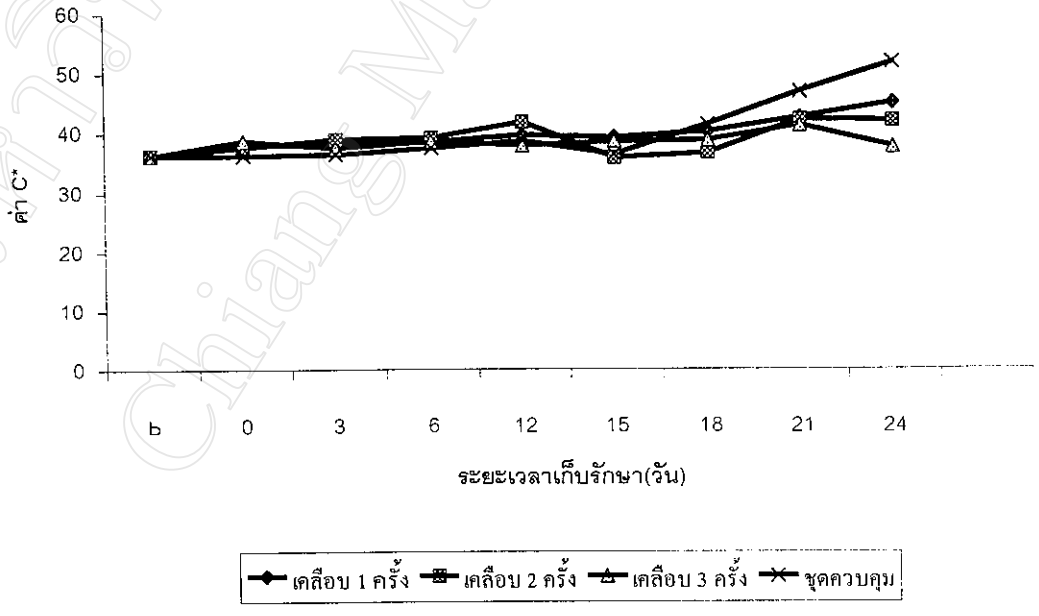
1.3 การวัดความหนาและการเกาะตัวของสารเคลือบผิวบนเปลือกผลส้ม

จากการตัดชิ้นเนื้อเยื่อของผิวส้มพบว่าที่ผนังเซลล์ชั้น epidermis ของผิวส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง ลักษณะของสารเคลือบผิวที่เคลือบ 1 ครั้ง มีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.040 มิลลิเมตร และการเกาะตัวกันของสารเคลือบผิวดี และเรียบเนียน ส่วนผลส้มที่เคลือบ 2 ครั้ง มีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.060 มิลลิเมตร และการเกาะตัวกันของสารเคลือบผิวดีมาก ลักษณะของชั้นคิวติเคิลไม่มีการแตกกระจาย ส่วนผลส้มที่เคลือบ 3 ครั้ง พบว่ามีความหนาของสารเคลือบผิวโดยเฉลี่ย 0.060 มิลลิเมตรและการเกาะตัวกันของสารเคลือบผิวแน่นมากจนมองเห็นชั้นคิวติเคิลได้ไม่ชัด เมื่อเทียบกับชุดควบคุมคือผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวซึ่งมีแวกซ์ตามธรรมชาติเคลือบอยู่ประมาณ 0.020 มิลลิเมตร และพบว่าชั้นคิวติเคิลของผลส้มนี้มีการแตกกระจายมาก โดยพบว่าความหนาของสารเคลือบผิวและแวกซ์ตามธรรมชาติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวก 15 และภาพ 25) ซึ่งโดยปกติคิวติเคิลทำหน้าที่สำคัญในการรักษาปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อเพื่อให้กระบวนการเมแทบอลิซึมและการเจริญเติบโตเป็นปกติ (ดนัย, 2534) หากคิวติเคิลถูกทำลายไปจะทำให้การสูญเสียน้ำเกิดได้มากขึ้น ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวจึงเป็นการทดแทนไขตามธรรมชาติที่หลุดออกไปเนื่องจากการขัดล้างและช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำของผลิตผลได้ดีขึ้น



b* = วันเริ่มต้นเก็บรักษา

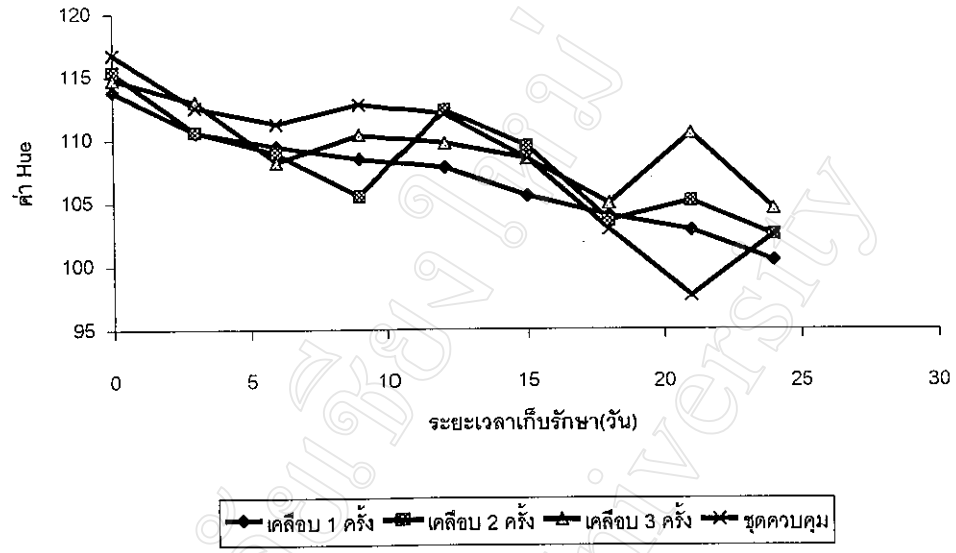
ภาพ 21 ค่า L* ของเปลือกผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 วัน



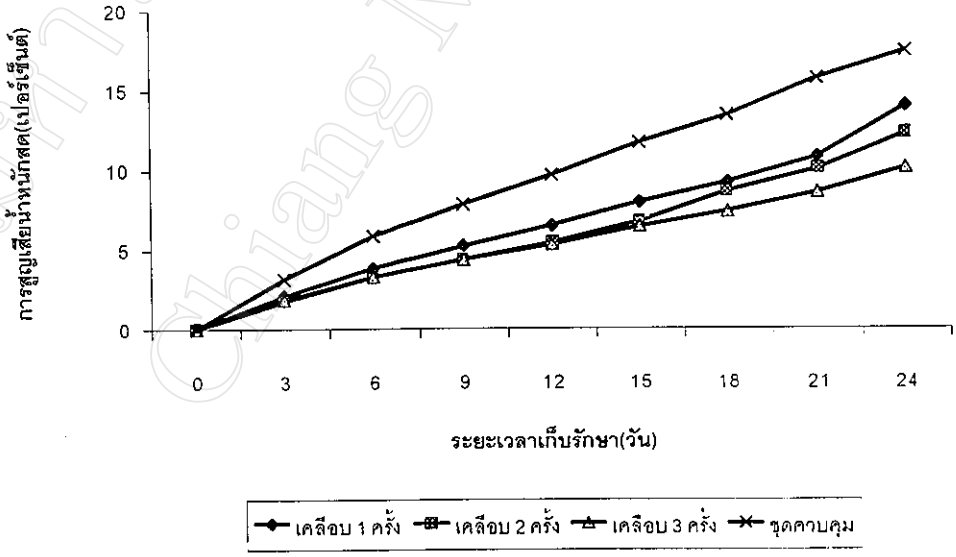
b* = วันเริ่มต้นเก็บรักษา

ภาพ 22 ค่า C* ของเปลือกผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 วัน

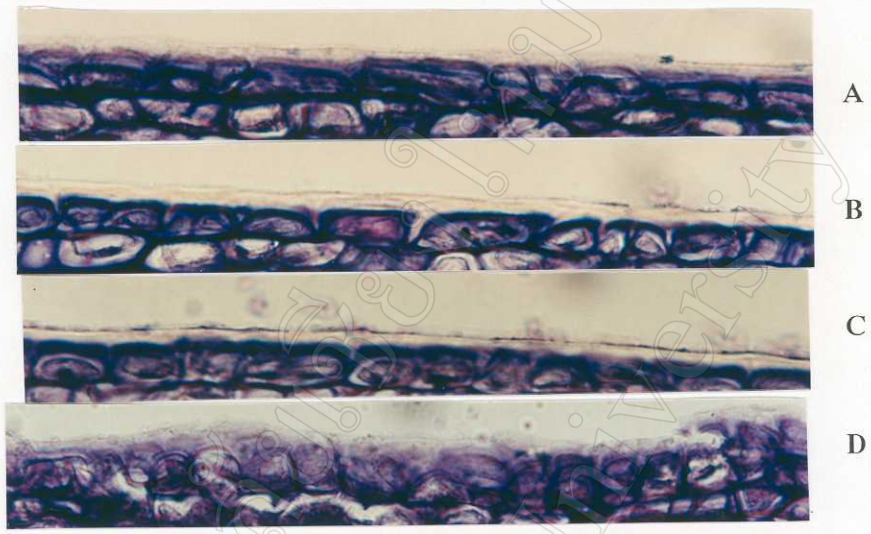
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพ 23 ค่า Hue ของเปลือกผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาอุณหภูมิห้องนาน 24 วัน



ภาพ 24 การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้งแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 24 วัน



ภาพ 23 ภาพตัดขวางเปลือกส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1 ครั้ง (A), 2 ครั้ง (B), 3 ครั้ง (C) และ ผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิว (D) (กำลังขยาย 40 X)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เมื่อเคลือบผลส้มด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้นของผลส้มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้นาน 12 วัน ผลส้มที่เคลือบ 2 ครั้ง เคลือบ 3 ครั้ง ชุดควบคุม และเคลือบ 1 ครั้ง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 10.07, 9.93, 9.67 และ 9.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ(ตารางภาคผนวก 16) จากการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานขึ้น(ภาพ 26) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของKader (1985) ที่กล่าวว่าสารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณ TSS, TA และ TSS/TA แต่ปริมาณ TSS อาจเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีการสูญเสียน้ำไประหว่าง การเก็บรักษาจึงทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้นได้ (จริงแท้, 2538)

2.2 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

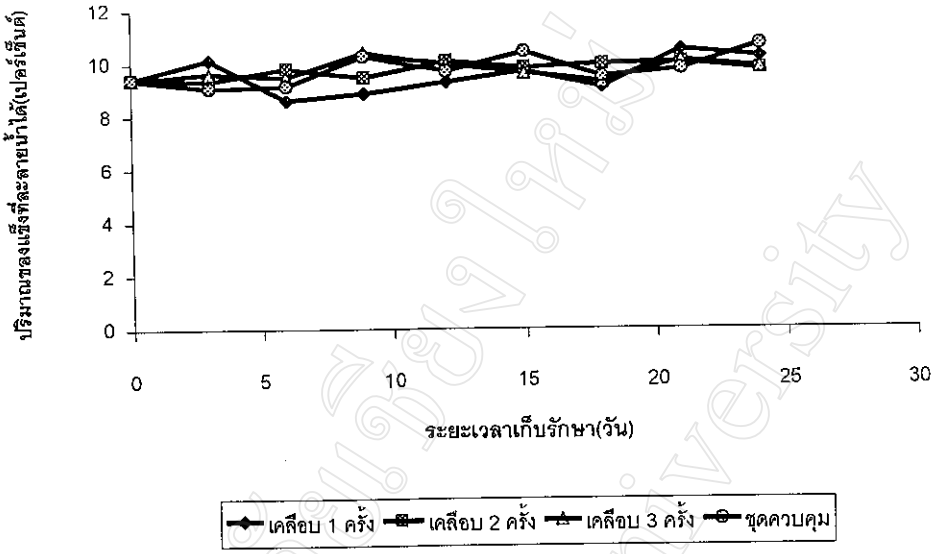
เมื่อเคลือบผลส้มด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้งแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในน้ำคั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการเก็บรักษา และเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน ผลส้มที่เคลือบ 1 2 และ 3 ครั้ง มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากันคือ 0.34 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลส้มในชุดควบคุมมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ0.31เปอร์เซ็นต์(ตารางภาคผนวก 17) จากการทดลองปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในน้ำคั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น(ภาพ 27) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของวิกันดา(2541) ที่รายงานว่า ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของผลส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาและมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานขึ้น ซึ่งในผลส้มมีกกรดซิตริกในปริมาณมาก และค่อนข้างคงที่หลังจากแก่จัด หรือสุก ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงภายในผลส้มเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ (สายชล, 2528) และจากการทดลองยังพบว่าไม่ว่าจะเคลือบผลส้มจำนวนกี่ครั้งก็ตามไม่ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

2.3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

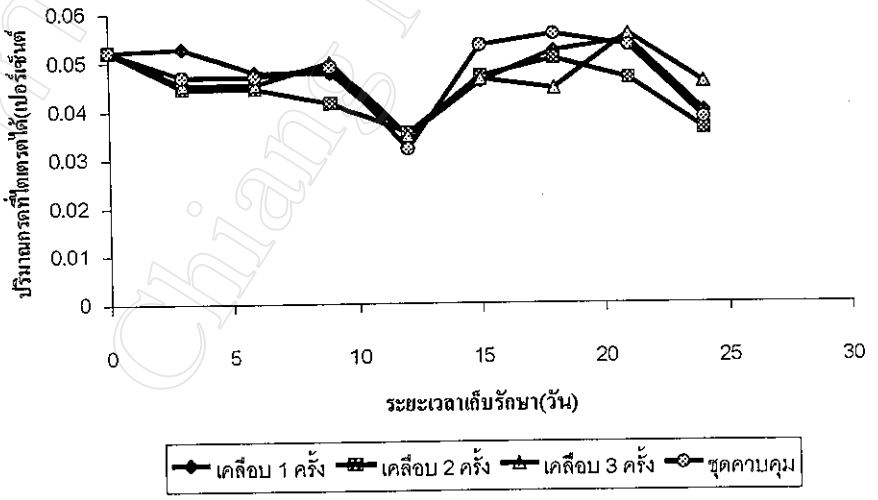
เมื่อเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าผลส้มในชุดควบคุมมีอัตราการหายใจสูงที่สุดเท่ากับ 34.88 มิลลิกรัม CO_2 /กิโลกรัม/ชั่วโมง รองลงมาได้แก่ผลส้มที่เคลือบผิว 3 ครั้ง 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง มีอัตราการหายใจเท่ากับ 31.28, 30.31 และ 30.17 มิลลิกรัมCO_2 /กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ(ตารางภาคผนวก 18) และจากการทดลองพบว่าอัตราการหายใจของผลส้มในทุกกรรมวิธีมีอัตราการหายใจค่อนข้างคงที่ โดยผลส้มในชุดควบคุมมีอัตราการหายใจสูงกว่าผลส้มที่เคลือบผิว 1, 2 และ 3 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลส้มที่เคลือบผิว 3 ครั้ง มีอัตราการหายใจสูงกว่าผลส้มที่เคลือบ 1 และ 2 ครั้ง ซึ่งมีอัตราการหายใจใกล้เคียงกัน(ภาพ 26)ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สารเคลือบผิวทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลงและจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซต่างๆมีผลทำให้ผลส้มอยู่ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นและก๊าซออกซิเจนต่ำลงจึงชะลออัตราการหายใจและกระบวนการเมแทบอลิซึมของผลส้มภายหลังการเก็บเกี่ยว และระหว่างการเก็บรักษา (ดนัยและนิธิยา, 2535; จริงแท้, 2538; Hulme, 1971; Krochta *et al.*, 1994; Kader, 1985) สอดคล้องกับการทดลองของเสาวคนธ์(2544) รายงานว่าผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยกรรมวิธีต่างๆ มีอัตราการหายใจต่ำกว่าผลสาลี่ชุดควบคุมเช่นเดียวกับชลิต(2540) รายงานว่ากล้วยไข่ที่ไม่ได้เคลือบผิวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงกว่ากล้วยไข่ที่เคลือบด้วยน้ำมันถั่วลิสง และ Sta- fresh 7055 1 เปอร์เซ็นต์ และการเคลือบผิวผลแอปเปิลและผลสาลี่ด้วยไคโตแซนสามารถลดอัตราการหายใจได้ (Elson *et al.*, 1985) และการเคลือบผิวมะม่วงด้วย carnauba และโพลี-แซคคาไรด์มีอัตราการหายใจต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิว(Baldwin *et al.*,1999) เช่นเดียวกับ Chun *et al.*, 1998 ได้รายงานว่าอัตราการหายใจของส้มพันธุ์ ซัทซูมาแมนดาริน เมื่อเคลือบผลด้วย Prowax และ Semperfresh พบว่าผลที่เคลือบผิวมีอัตราการหายใจต่ำกว่าผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวตลอดการทดลอง และBen-Yehoshua(1969) พบว่าการเคลือบผิวผลส้ม Shamouti และผลส้ม Valensia ในระหว่างเก็บรักษาทำให้การหายใจลดลง ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิวไปชะลอการเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้หลายชนิดให้เกิดช้าลงแต่ตรงกันข้ามกับผลไม้บางอย่างไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่นส้มชนิดต่างๆ ดังนั้นการเคลือบผิวจึงไม่ต้องการให้มีการถ่ายเทอากาศลดน้อยลงมากนัก สารเคลือบผิวสำหรับส้มจึงควรให้ความมันเงาสูง ป้องกันการคายน้ำได้ดีแต่ไม่ลดการถ่ายเทอากาศ (จริงแท้, 2538) นอกจากนี้การใช้สารเคลือบผิวความเข้มข้นที่ต่ำเกินไปหรือบางเกินไปจะลดการสูญเสียน้ำและการเปลี่ยนก๊าซได้น้อย แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงเกินไปหรือหนาเกินไป นอกจากจะสิ้นเปลืองแล้วยังอาจทำให้ปริมาณออกซิเจนในผลต่ำเกินไปเป็นอัตรายต่อผลิต

ผลได้ เช่น อาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนส่งผลให้เกิดการสะสมแอลกอฮอล์ เอทธานอล และอะซิทัลดีไฮด์ ทำให้ผลิตผลมีอาการผิดปกติ มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ (สายชล, 2528; จริงแท้, 2538; ดนัย, 2540; นิภา, 2540; Arthey, 1975; Ke *et al.*, 1990)

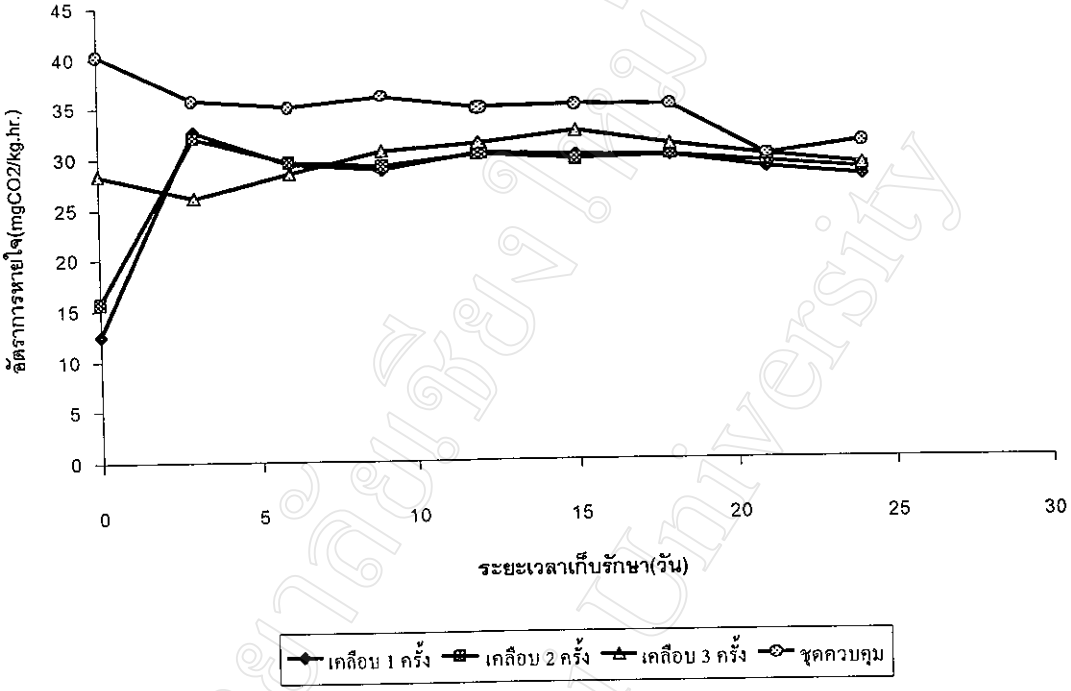
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 24 วัน



ภาพ 27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 24 วัน



ภาพ 28 อัตราการหายใจของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1 การยอมรับทางด้านรสชาติ

จากการทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มด้วยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการชิม โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนรสชาติดี (คะแนน 4) ในวันแรกๆของการทดลอง และลดลง เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นโดยจะแปรผันอยู่ในช่วง 2.40-3.67 คะแนน ซึ่งบ่งบอกว่าผลส้มมีรสชาติดีถึงพอใช้ (ตารางภาคผนวก 19) ในระยะแรกผลส้มมีรสชาติดีอาจเนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้ม จึงทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้นได้ ส่งผลให้มีรสชาติดีขึ้น และจากการทดลองพบว่าคุณภาพด้านรสชาติมีคะแนนสูงใน 3 วันแรกของการเก็บรักษา และหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษา คุณภาพด้านรสชาติจะลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพ 29) และนอกจากนั้นการเคลือบผิวหลายครั้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการยอมรับทางด้านรสชาติของผลส้ม อาจเพราะคุณสมบัติเฉพาะตัวของโครงสร้าง การเรียงตัว และการเกาะยึดบนผิวของเปลือกส้ม เมื่อมีการเรียงตัวจนเต็มพื้นที่ผิวเปลือกแล้วความหนาที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ช่วยให้คุณภาพภายในผลเปลี่ยนแปลงช้าลงได้ (สุภาพ, 2531) และหากเก็บรักษาไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม อาจส่งผลให้ผลไม้ไม่สุก และมีอาการผิดปกติเกิดขึ้นได้ (จริงแท้, 2538)

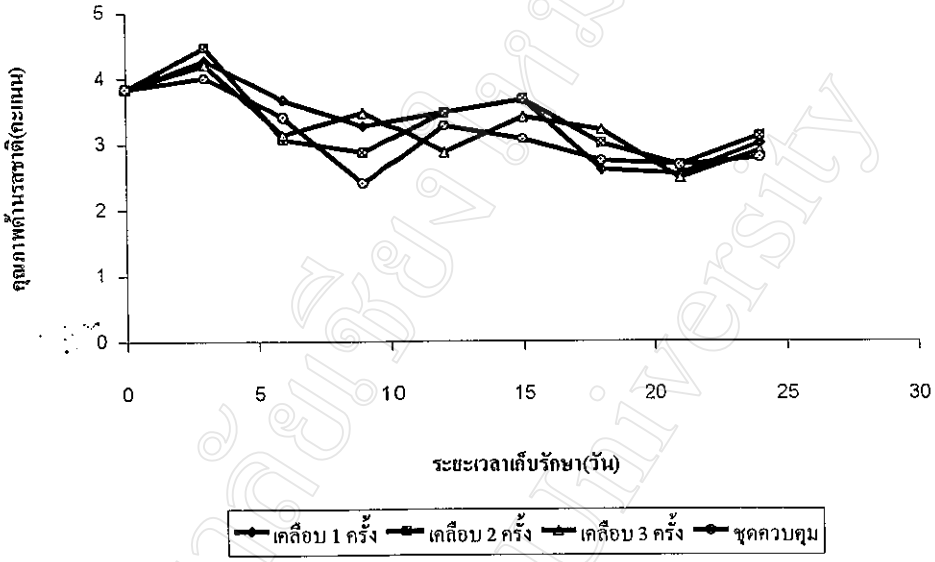
3.2 การยอมรับทางด้านกลิ่น

จากการทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มด้วยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการทดสอบชิม โดยเปรียบเทียบกลิ่นหมัก ซึ่งรับความรู้สึกได้ในขณะรับประทาน พบว่าผลส้มเมื่อเริ่มทดลองมีคะแนนเท่ากับ 1 คือไม่มีกลิ่นหมักเลย เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าการยอมรับทางด้านกลิ่นหมักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 1.00-1.40 คะแนน แสดงว่ามีกลิ่นหมักเกิดขึ้นบ้างเล็กน้อยโดยพบในชุดควบคุมและ การเคลือบผิว 3 ครั้งมีคะแนนกลิ่นหมักเท่ากับ 1.40 และ 1.13 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 20) และเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นเวลานานมากขึ้นกลิ่นหมักมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตลอดการทดลอง (ภาพ 30) ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นสูงหรือการเคลือบที่หนาเกินไปทำให้ผลไม้ไม่สุกและมีอาการผิดปกติเกิดขึ้น(จริงแท้, 2538) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของเสาวคนธ์(2544) ที่เคลือบผลสาลี่ด้วยอิมัลชันความเข้มข้น1:9 โดยผลสาลี่ไม่สุกและเกิดอาการไส้ดำภายในผลด้วย ปกติสารเคลือบผิวจะไปจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลส้มทำให้ผลส้มเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้มีการสะสมของ อะซิตัลดีไฮด์ และเอทิลแอลกอฮอล์ ส่งผลให้ผลส้มมีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ(จริงแท้, 2538; ดนัย, 2540; นิกา, 2540; Ke *et al.*, 1990) นอก

จากนี้หากเก็บรักษาผลผลิตไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสมจะยิ่งส่งผลให้ผลส้มเกิดกลิ่นหมักขึ้นได้เร็วกว่าเดิมด้วย(สายชล, 2528) ดังนั้นการเคลือบผลส้มด้วยความหนาที่เหมาะสม และเก็บรักษาในสภาพเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการวางจำหน่ายของผลส้มให้ได้ นานขึ้น

4. อายุการเก็บรักษา

การพิจารณาอายุการเก็บรักษาของผลส้ม โดยดูจากคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมต่อลักษณะอาการเหี่ยวของผลส้ม จากความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ปัจจัยคือเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และคะแนนการยอมรับต่อลักษณะที่ปรากฏ (ภาพ 17 และ ภาพ 18) พบว่าผลส้มเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมเมื่อคะแนนต่ำกว่าระดับ 3 คะแนน(ภาพ 19 และภาพ 20) และมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 7.83 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าหมดอายุการเก็บรักษาแล้ว โดยผลส้มที่เคลือบด้วย ZIVDAR 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้งมีอายุการเก็บรักษาโดยเฉลี่ย 15, 18 และ 21วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลส้มที่ไม่ได้เคลือบผิวมีอายุการเก็บรักษานาน 12 วัน และจากการทดลองพบว่าแม้ลักษณะภายนอกของผลที่เหี่ยวแต่องค์ประกอบทางเคมีภายในผลยังเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่ผู้บริโภคเมื่อเลือกซื้อผลิตผลมักจะพิจารณาลักษณะองค์ประกอบภายนอกผลก่อน ในขณะที่มีผู้บริโภคบางกลุ่มต้องการซื้อผลิตผลที่ไม่เป็นที่ยอมรับแล้วและซื้อในราคาที่ต่ำลง เพื่อนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่นน้ำส้มคั้น เพราะผลมีรสชาติดี ทั้งนี้เนื่องจากผลส้มมีการสูญเสียน้ำมากส่งผลต่อคุณภาพด้านรสชาติของผลิตผลให้ดีขึ้น (จริงแท้, 2538)



ภาพ 27 คะแนนคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 24 วัน

หมายเหตุ

คะแนนการประเมินคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มเขียวหวาน

5 = รสชาติดีมาก

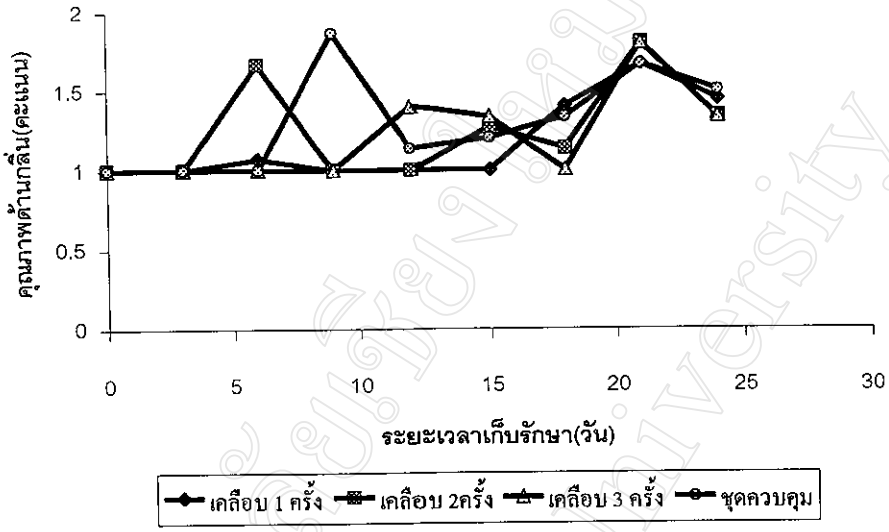
4 = รสชาติดี

3 = รสชาติปานกลาง

2 = รสชาติไม่ดี

1 = รสชาติไม่ดีมาก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 28 กลิ่นของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 1, 2 และ 3 ครั้ง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 24 วัน

หมายเหตุ

คะแนนการประเมินคุณภาพด้านกลิ่นของผลส้มเขียวหวาน

4 = มีกลิ่นหมักมาก

3 = มีกลิ่นหมักปานกลาง

2 = มีกลิ่นหมักน้อย

1 = ไม่มีกลิ่นหมัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 3 ผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพผลส้มสายน้ำผึ้ง

การเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง จากการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลส้มมีลักษณะภายนอก และความสมบูรณ์ของผลดีที่สุด นำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ5, 10, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์) การทดลองในเดือนกันยายน 2545 แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการบริโภค อายุการเก็บรักษา ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

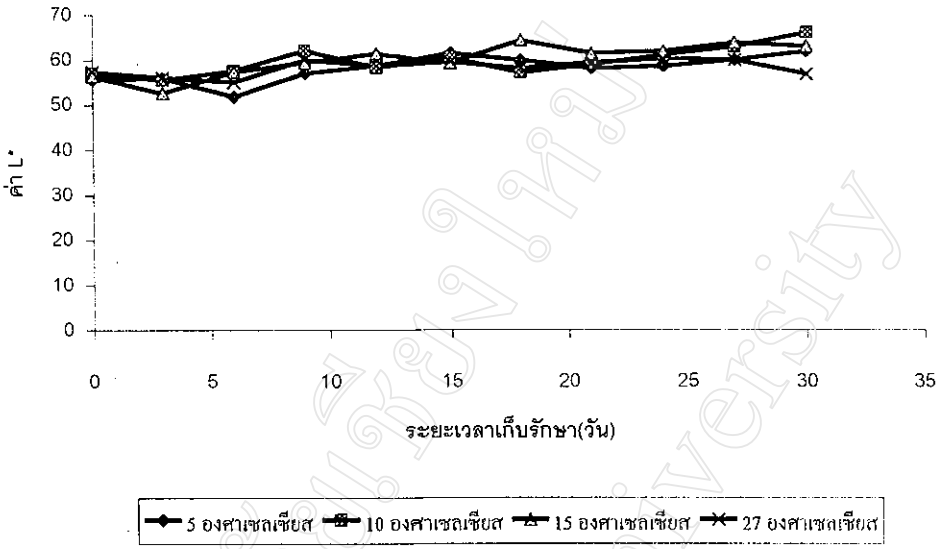
1.1 การเปลี่ยนแปลงสีผิวโดยใช้เครื่องวัดสี

สีผิวของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5,10, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าค่า L* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสมีค่า L* เท่ากับ 61.36 ส่วนผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 58.65, 58.63 และ 58.20 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 21) โดยค่า L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 31) ซึ่งค่า L* เมื่อเข้าใกล้ 100 แสดงว่าสีของวัตถุมีความสว่างขึ้น และผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงค่า L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนค่า chroma (C*) ของผลส้มเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน ค่า C* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่า C* เท่ากับ 55.36, 52.69 และ 51.89 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนผลส้มในชุดควบคุมมีค่า C* เท่ากับ 46.07 (ตาราง 22) และจากการทดลองพบว่าค่า C* ของผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำค่า C*มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าผลส้มในชุดควบคุม (ภาพ 32) เช่นเดียวกับค่า Hue เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน ค่า Hue ของผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า Hue เท่ากับ 102.90 และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส โดยมีค่า Hue เท่ากับ 102.75, 99.22 และ 94.17 ตามลำดับ (ตาราง 23) และพบว่าค่า Hue ของผลส้มที่เก็บรักษาในทุกอุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพ 33) ซึ่งค่า Hue แสดงช่วงสีของวัตถุในที่นี้อยู่ในช่วง 45-90 องศาซึ่งแสดงว่าผลส้มมีสีส้มแดงถึงเหลือง และจากการทดลองพบว่าสีของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและในขณะเดียวกันผลมีสีคล้ำลงด้วยสังเกตจากค่า C* ที่อยู่ในช่วง 40.71-49.12 ส่วนผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสีของผลจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มมากขึ้นเนื่องจากค่า Hue มีค่าอยู่ในช่วง 88.71-102.90 ซึ่งแสดงสีเหลืองเข้มขึ้นสอดคล้องกับค่าC* ที่มีค่าเพิ่มมาก

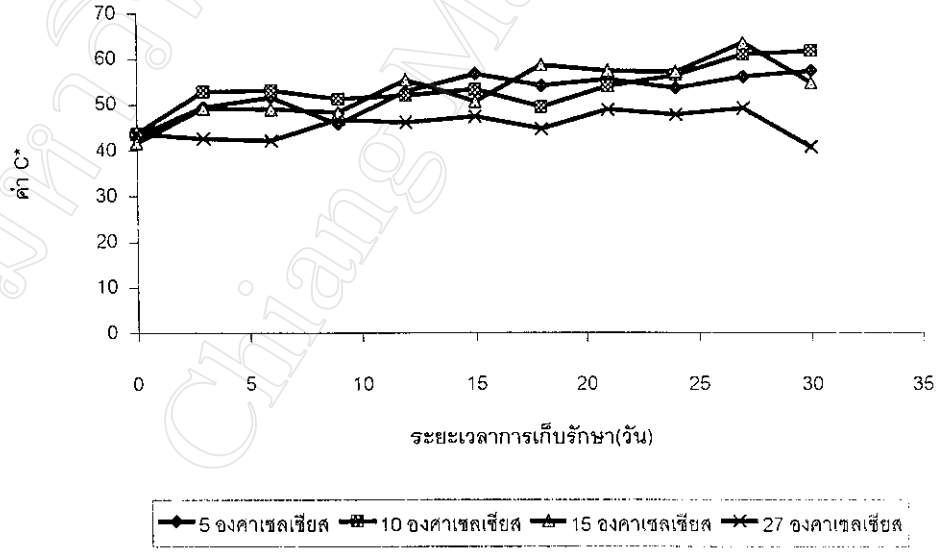
ขึ้น โดยสีของผลจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ซึ่งตรงกับการทดลองของ Cohen (1978b) ที่พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการสูญเสียสีเขียวของเปลือกผลส้ม Shamouti โดยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงสีผิวจะเกิดขึ้นเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงจะเร่งการสลายตัวของคลอโรฟีลล์และเอนไซม์ chlorophyllase มีกิจกรรมมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (Wills *et al* ., 1981) และ Wheaton and Stewart (1973) กล่าวว่าที่อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ในผลไม้ตระกูลส้มอยู่ระหว่าง 15- 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส การสังเคราะห์คาโรทีนอยด์จะถูกยับยั้ง (Davis and Albrigo, 1994) ดังนั้นเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิต่ำการเปลี่ยนสีจะเกิดขึ้นได้ช้ากว่าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง

1.2 การสูญเสียน้ำหนัก

เมื่อเคลือบผิวผลส้มด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่าผลส้มในทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้นาน 12 วัน พบว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 4.55 รองลงมาคือผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 10 องศาเซลเซียสมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.44 และ 2.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเท่ากับ 1.66 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก 24) จากผลการทดลองพบว่าผลส้มที่เคลือบผิวแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลส้มที่เคลือบผิวแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(ภาพ 34) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของเสาวคนธ์ (2544) ที่เคลือบผิวผลสาลี่ด้วยไคโตแซน ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ ผลสาลี่ที่ห่อผลด้วยพลาสติก PVC แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 17 และ 5 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บรักษาผลสาลี่ที่อุณหภูมิสูงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างภายในกับภายนอกผล ไอน้ำจะเคลื่อนที่จากแหล่งที่มีความชื้นสูงภายในผลออกสู่ภายนอกที่มีความชื้นต่ำกว่า และที่อุณหภูมิสูงน้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซได้ง่ายและรวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (กนกมณฑล, 2526; สายชล, 2528; สุรพงษ์, 2530; จริงแท้, 2538) ดังนั้นผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจึงมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

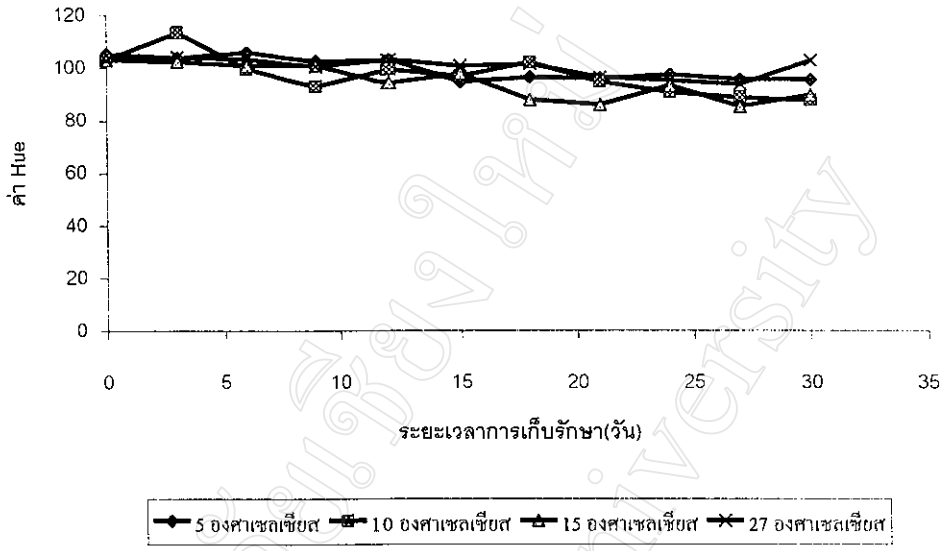


ภาพ 31 ค่า L* ของเปลือกผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้งแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน

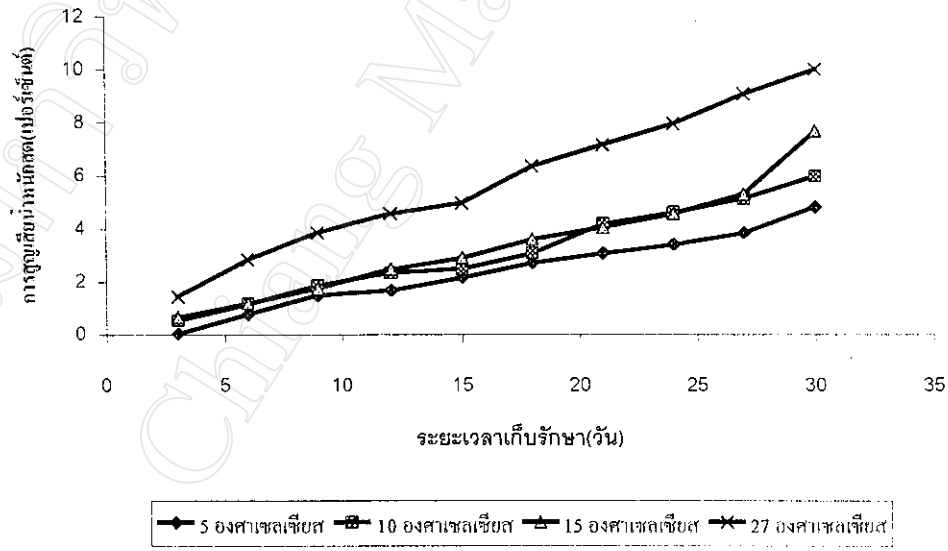


ภาพ 32 ค่า C* ของเปลือกผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้งแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพ 33 ค่า Hue ของเปลือกผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้งแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน



ภาพ 34 การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้งแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้นของผลส้มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าผันแปรในช่วง 10.40-10.93 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก 25) และพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพ 35) ทั้งนี้เนื่องจากผลไม้มีการสูญเสียน้ำ ทำให้ภายในผลมีปริมาณน้ำตาลเข้มข้นขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ซึ่งส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric fruit การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวจะเกิดขึ้นน้อย (สายชล, 2528) ดังนั้นอุณหภูมิจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของอำนวย ศักดิ์ (2525) และ สุภาพ (2531) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิ และการเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มตรา เช่นเดียวกับวิกันดา(2541) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวาน

2.2 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

ผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ ในน้ำคั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าผันแปรในช่วง 4.88-5.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวก 26) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในน้ำคั้นมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพ 36) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของวิกันดา (2541) ที่ว่าปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ของผลส้มเขียวหวานจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานขึ้น ตรงกับการทดลองของ สุภาพ (2531) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิและสารเคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

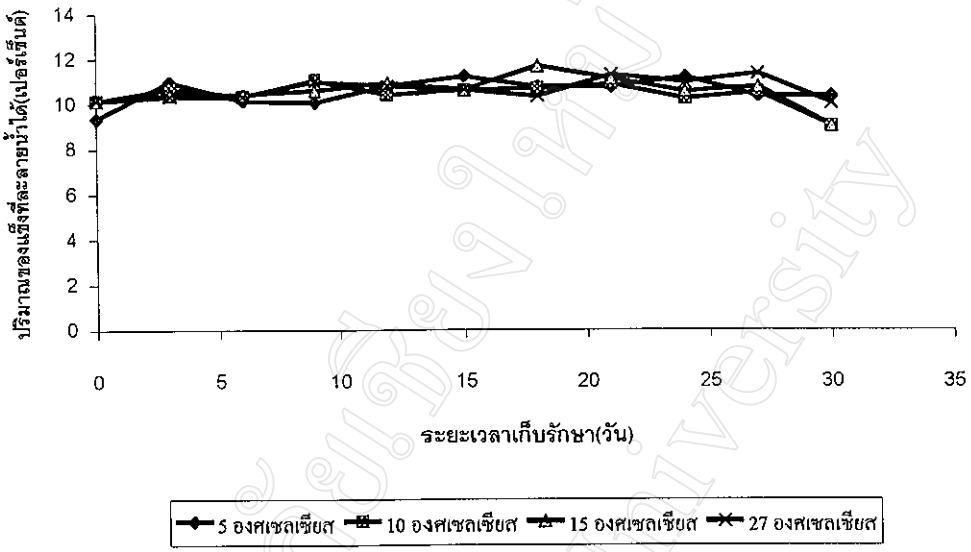
2.3 ปริมาณวิตามินซี

เมื่อเคลือบผลส้มด้วยสารเคลือบผิว ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ปริมาณวิตามินซีของผลส้มในทุกกรรมวิธีลดลงเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าปริมาณวิตามินซีในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าผันแปรในช่วง 21.56- 22.93 มิลลิกรัม/ 100 กรัม (ตารางภาคผนวก 27) อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาผลส้มทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงในทุกอุณหภูมิตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 37) โดยผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณวิตามินซีลดลงมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงมีผลในการเร่งกระบวนการออกซิไดซ์วิตามินซีให้เป็นสารอื่น และเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงอย่างรวดเร็วได้ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดการสูญเสียปริมาณวิตามินซีน้อยกว่า (สายชล, 2528) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุภาพ (2531) ที่ใช้สาร Semperfresh ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆเคลือบผิวผลส้มตรา แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีได้ เช่นเดียวกับรายงานของ Sumemnue and Bayindirli (1994) ซึ่งเคลือบผิวผลสาลี่พันธุ์ Ankara ด้วย Semperfresh และ John fresh ที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการลดลงของวิตามินซีในผลสาลี่ได้ นอกจากนี้ส่วนประกอบของบรรยากาศในการเก็บรักษาที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำจะลดการสูญเสียกรดแอสคอบิกได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นการเคลือบผิวเป็นการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้มีก๊าซออกซิเจนภายในผลส้มน้อยจึงอาจช่วยชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ (Thompson,1955) ในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยให้การสูญเสียปริมาณวิตามินซีเกิดได้ช้าลง

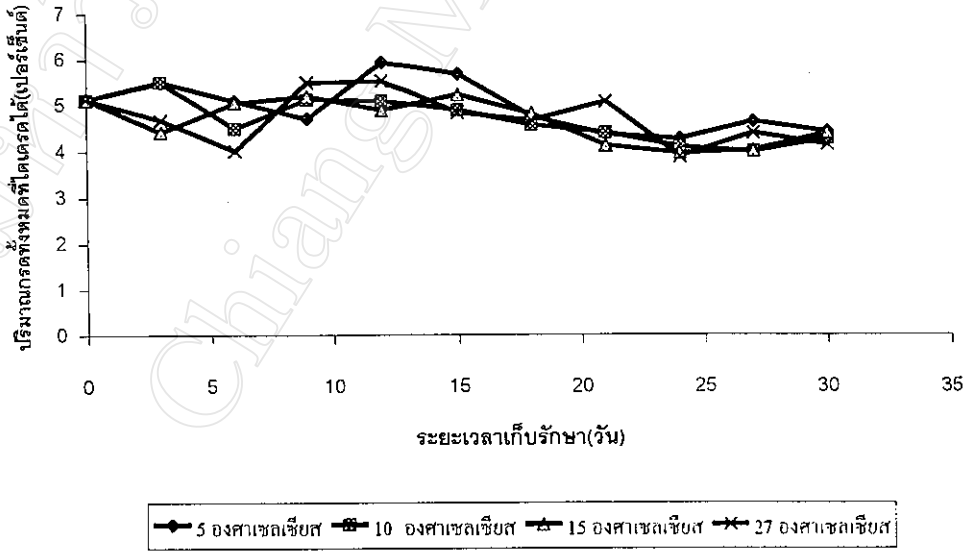
2.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 , 10, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่าอัตราการหายใจของผลส้มในทุกกรรมวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วัน พบว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการหายใจสูงที่สุดเท่ากับ 30.26 มิลลิกรัม CO_2 / กิโลกรัม/ชั่วโมง รองลงมาได้แก่ผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15, 10 และ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจของผลส้มเท่ากับ 6.88, 6.19, 5.14 มิลลิกรัม CO_2 / กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 28) โดยพบว่าผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงมีอัตราการหายใจสูงกว่าผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (ภาพ 38) ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจมีกิจกรรมมากขึ้น

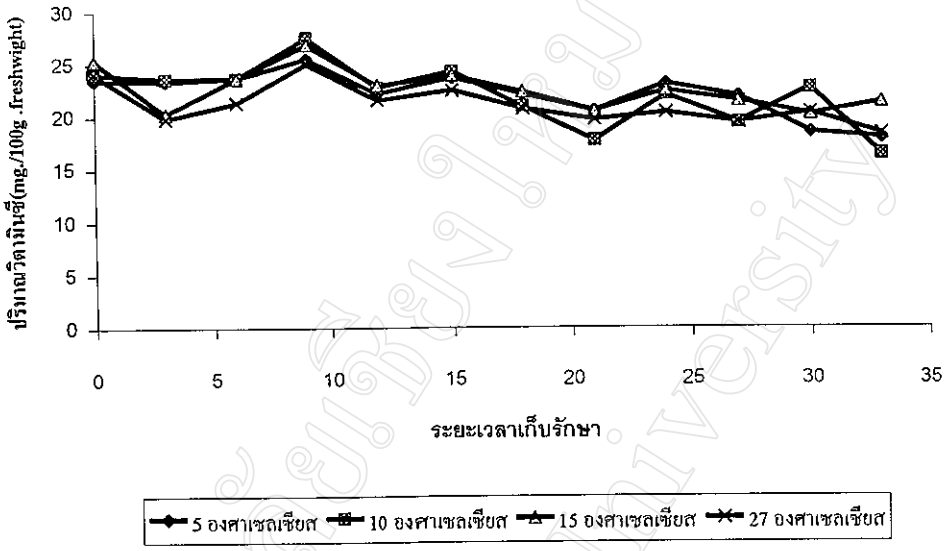
(สายชล, 2528) โดยไปเร่งปฏิกิริยาทางเคมีให้เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ ภายในผลิตผลจึงเกิดขึ้นเร็ว ทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง (จริงแท้, 2538) ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิต่ำทำให้อัตราการหายใจลดลง และชะลอการเสื่อมเสียของผลิตผลอีกด้วย สอดคล้องกับการทดลองของเสาวคนธ์ (2544) ที่พบว่าผลสาลี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีอัตราการหายใจต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง อัตราการหายใจของผลไม้สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีของผลไม้ (Pantastico, 1975) ดังนั้นอัตราการหายใจจึงเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงอัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารอาหารในเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ หรือเนื้อเยื่อของผลิตผลสามารถบอกถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ ซึ่งผลิตผลที่มีอัตราการหายใจสูงมักจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น ในทางตรงกันข้ามผลิตผลที่มีอัตราการหายใจต่ำมีอายุการเก็บรักษาได้นาน (สายชล, 2528; ดนัย, 2540)



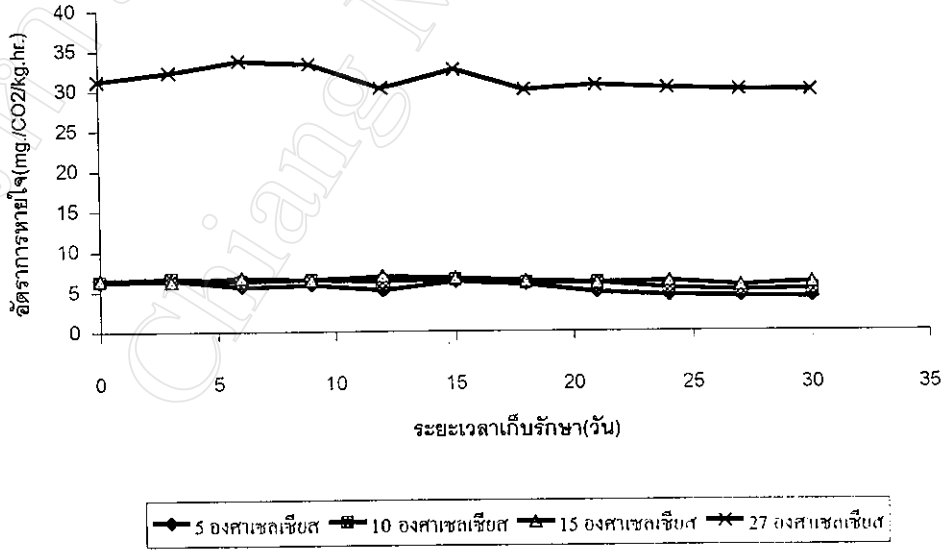
ภาพ 35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน



ภาพ 36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน



ภาพ 37 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน



ภาพ 38 อัตราการหายใจของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1 การยอมรับทางด้านรสชาติ

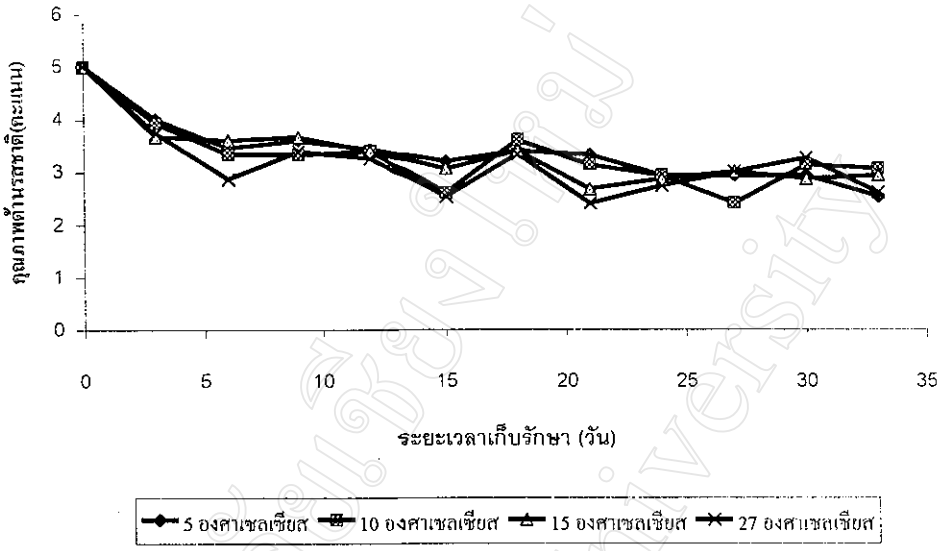
จากการทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มด้วยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการชิม ส่วนใหญ่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนรสชาติดีมาก (คะแนน 5) ในวันแรกๆของการทดลอง และให้คะแนนลดลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้นาน 12 วัน พบว่าคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะผันแปรในช่วง 3.27-3.40 คะแนนซึ่งมีรสชาติพอใช้ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น (ตารางภาคผนวก 29และ ภาพ 39) จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วผู้ทดสอบชิมมีแนวโน้มให้คะแนนการยอมรับผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมากกว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง สอดคล้องกับมารศรี(2536) และ เสาวคนธ์(2544) ที่รายงานว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับผลสาลี่ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบชนิดต่างๆแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสูงกว่าเก็บรักษาผลสาลี่ไว้ที่อุณหภูมิสูง

3.2 การยอมรับทางด้านกลิ่น

จากการทดสอบคุณภาพของเนื้อส้มด้วยการให้คะแนนความพอใจที่ได้รับจากการทดสอบชิม โดยเปรียบเทียบกลิ่นหมักซึ่งรับความรู้สึกได้ในขณะรับประทาน พบว่าผลส้มเมื่อเริ่มทดลองมีคะแนนเท่ากับ 1 คือไม่มีกลิ่นหมักเลย เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 วันพบว่าการยอมรับทางด้านกลิ่นหมักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และชุดควบคุม มีคะแนนกลิ่นหมักเท่ากับ 1.20 และ 1.13 คะแนน ตามลำดับ ส่วนผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ 15 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีกลิ่นหมักเกิดขึ้น(ตารางภาคผนวก 30) แต่เมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้เป็นเวลานานขึ้น กลิ่นหมักของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ภาพ 40) โดยคะแนนด้านกลิ่นหมักของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีเกิดขึ้นช้าลง ส่งผลให้ผลส้มมีการหายใจช้าลง อาหารที่สะสมภายในผลยังมากจึงส่งผลให้ผลส้มมีรสชาติดี และการเกิดกลิ่นหมักช้าลง (สายชล, 2528)

4. อายุการเก็บรักษา

การพิจารณาอายุการเก็บรักษาของผลส้ม โดยดูจากคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมต่อลักษณะอาการเหี่ยวของผลส้ม จากความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ปัจจัยคือเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักและคะแนนการยอมรับต่อลักษณะที่ปรากฏ พบว่าผลส้มเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมเมื่อคะแนนต่ำกว่าระดับ 3 คะแนน และมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 7.83 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าหมดอายุการเก็บรักษาแล้ว โดยผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้ง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษาโดยเฉลี่ย 42 วัน ส่วนเก็บรักษาที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษานาน 39 และ 33 วัน ตามลำดับ ส่วนผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษานาน 24 วัน และจากการทดลองพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีอายุการวางตลาดนานที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิยิ่งต่ำอัตราการหายใจของผลผลิตยิ่งลดลง ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายให้ได้นานขึ้น โดยคุณภาพของผลผลิตยังเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่ทั้งนี้อุณหภูมิที่ลดต่ำลงในการเก็บรักษาต้องไม่เป็นอันตรายต่อผลผลิตด้วย (สายชล, 2528) และจากการทดลองพบว่าแม้ลักษณะภายนอกของผลที่เหี่ยวแต่องค์ประกอบทางเคมีภายในผลยังเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่ผู้บริโภคเมื่อเลือกซื้อผลิตผลมักจะพิจารณาลักษณะองค์ประกอบภายนอกผลก่อน ในขณะที่มีผู้บริโภคบางกลุ่มต้องการซื้อผลิตผลที่ไม่เป็นที่ยอมรับแล้วและซื้อในราคาที่ต่ำลง เพื่อนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่นน้ำส้มคั้น เพราะผลมีรสชาติดี ทั้งนี้เนื่องจากผลส้มมีการสูญเสียน้ำมากส่งผลต่อคุณภาพด้านรสชาติของผลิตผลให้ดีขึ้น (จริงแท้, 2538)



ภาพ 39 คะแนนคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มที่เคลือบด้วยสารเคลือบ ZIVDAR 2 ครั้งแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆนาน 30 วัน

หมายเหตุ

คะแนนการประเมินคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มเขียวหวาน

5 = รสชาติดีมาก

4 = รสชาติดี

3 = รสชาติปานกลาง

2 = รสชาติไม่ดี

1 = รสชาติไม่ดีมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University