บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถแบ่งผลการทดลองออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคลือบที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับสารเคลือบทางการค้า โดยทดสอบกับผลไม้เขตร้อนสองชนิดคือ มังคุด และมะม่วง และตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ในการยืดอายุการเก็บรักษาดังนี้

4.1.1 ลักษณะภายนอกของผลิตผลโดยการถ่ายรูป

4.1.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

4.1.3 สี

4.1.4 ความแข็งเปลือกสำหรับมังคุด และความแน่นเนื้อสำหรับมะม่วง

4.1.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

4.1.6 เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้

4.1.7 อัตราการหายใจ

4.1.8 การผลิตเอทิลีน

4.1.9 คุณภาพในการรับประทาน(การชิม)

4.2 ผลิตฟิล์มเคลือบเพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม ซึ่งทำการศึกษาและทดสอบสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ลักษณะของฟิล์มเคลือบ

4.2.2 สมบัติทางความร้อน (อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว, Tg)

4.2.3 สมบัติทางกล ได้แก่ ความทนแรงดึง (tensile strength) และการยืดตัวของฟิล์ม (%elongation)

4.2.4 ความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ

4.3 วิเคราะห์ต้นทุนวัตถุดิบของสารเคลือบที่ผลิตจากเชลแล็กที่ได้จากการทดลอง

โดยมีรายละเอียดของผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองดังต่อไปนี้

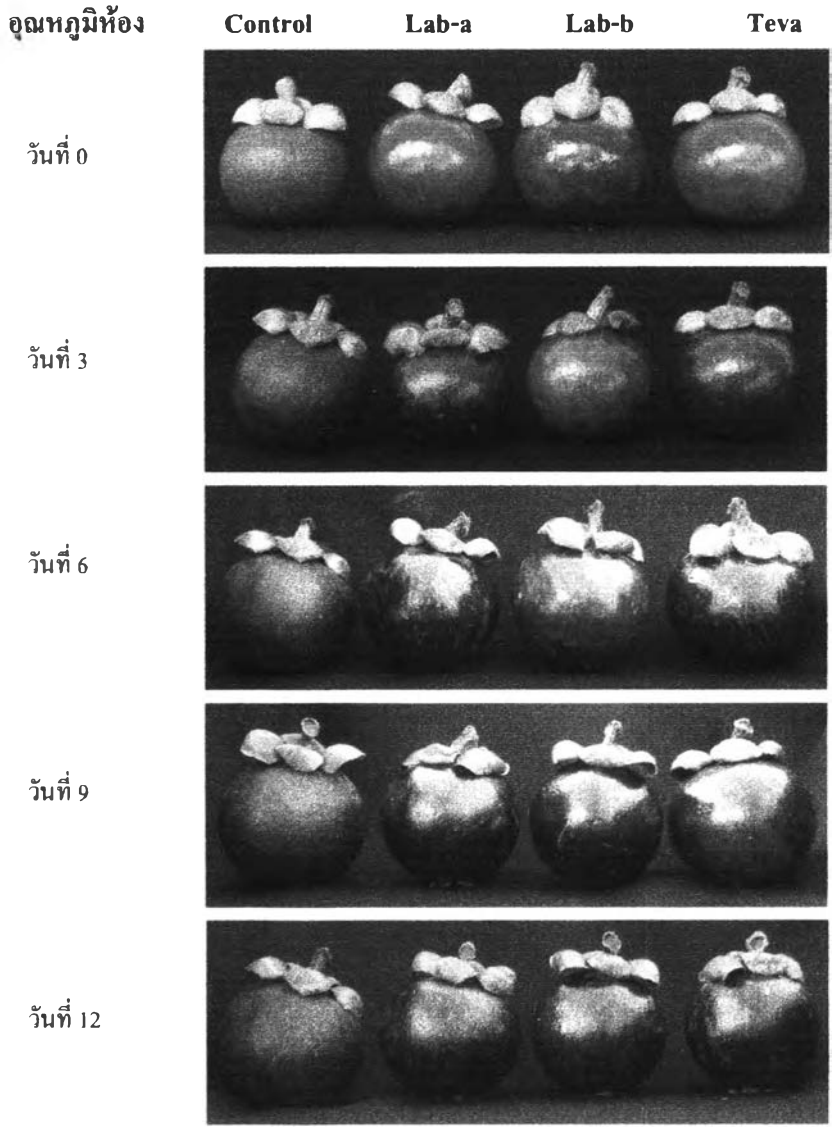
4.1 ประสิทธิภาพของสารเคลือบที่มีเชลแล็กเป็นองค์ประกอบหลัก

จากการค้นคว้าศึกษาข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าสารเคลือบที่นำมาใช้จริงในทางการค้าคือการเคลือบผลไม้จำพวกส้ม (Citrus Fruit) และแอปเปิ้ล ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเป็นการคิดค้นสารเคลือบผิวที่มีองค์ประกอบหลักด้วยเชลแล็ก (ตารางที่ 3.1) แล้วนำมาทดสอบเคลือบผลไม้เขตร้อน (มังคุดและมะม่วงน้ำดอกไม้) ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

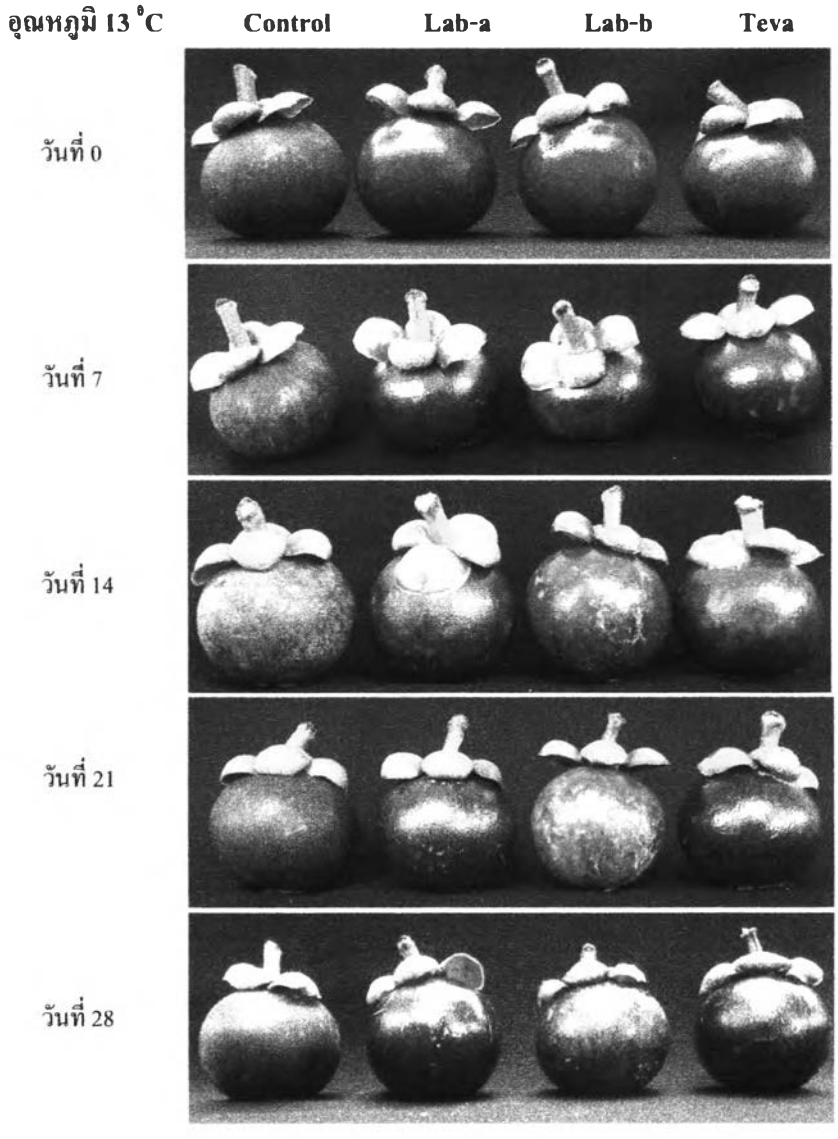
4.1.1 ประสิทธิภาพของสารเคลือบที่มีผลต่อมังคุด

4.1.1.1 ลักษณะภายนอก

จากการทดลองใช้สารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ ทั้งสารที่นำเข้าจากต่างประเทศ (Teva) และสารเคลือบที่เตรียมได้จากห้องปฏิบัติการ (Lab-a และ Lab-b) ที่ต่างก็มีองค์ประกอบหลักคือเชลแล็ก พบว่าหลังการเคลือบสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างระหว่างผลที่เคลือบและไม่เคลือบอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.1 และ 4.2) โดยผลที่เคลือบมีความมันเงาและสวยงาม แต่จากการสังเกตด้วยสายตาไม่สามารถบอกความแตกต่างของสารเคลือบแต่ละสูตรได้ (เนื่องจากมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน) อย่างไรก็ตามหลังจากการเคลือบผ่านไปหลายวันแม้ว่าความมันวาวของผลมังคุดที่เคลือบจะไม่ลดลง แต่การเคลือบไม่สามารถชะลอการพัฒนาของสีผิวผลได้ โดยมังคุดจะพัฒนาการเปลี่ยนสีผิวผลจากสีน้ำตาลแดงเรื่อๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง สีม่วงแดง และสีม่วงเข้ม ตามลำดับ โดยมังคุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเร็วกว่ามังคุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($13^{0}C$) เนื่องจากการเก็บรักษาผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลิตผลได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) โดยมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีอายุการซื้อขายไม่เกินหนึ่งสัปดาห์ (สุรพงษ์ โกสิยจินดา, 2529) นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตร Lab-b เมื่อนำออกมาจากห้องเย็นจะพบคราบสีขาวซึ่งก็คือสารเคลือบ (สังเกตได้จากรูปที่ 4.2 มังคุดสูตร Lab-b วันที่ 14 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ) แต่ลักษณะเช่นนี้ไม่พบในสารเคลือบสูตรอื่น อาจจะเนื่องมาจากองค์ประกอบของพอลิเอทิลีนไกคอลหรือแอนติโฟมในสูตร Lab-b ที่ไม่มีในสารเคลือบอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดคราบที่มีสีขาวขึ้น



รูปที่ 4.1 ลักษณะภายนอกของมังคุดหลังการเคลือบด้วยสารเคลือบสูตรต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 วัน



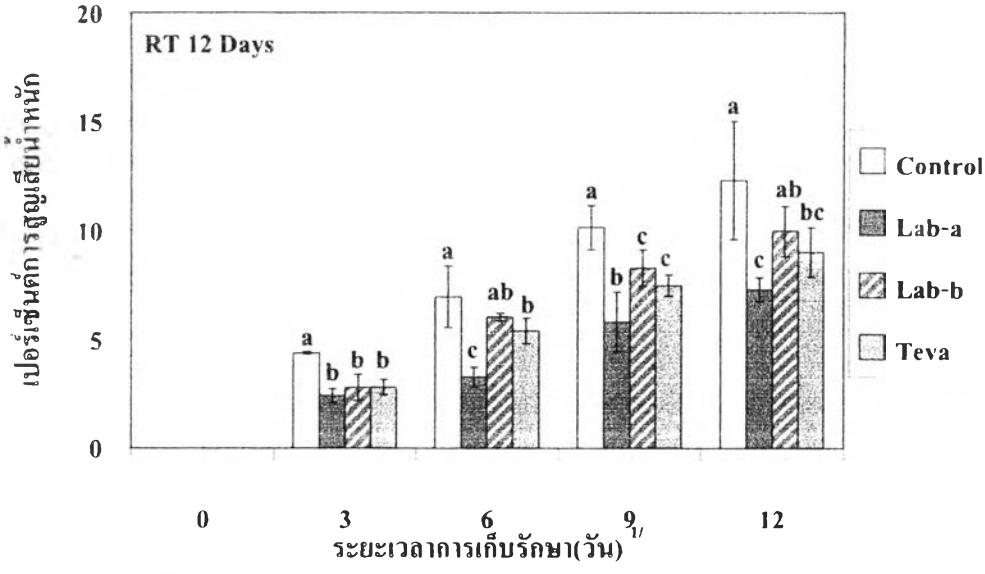
รูปที่ 4.2 ลักษณะภายนอกของมังคุดหลังการเคลือบด้วยสารเคลือบสูตรต่าง ๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ13 ^{0}C นาน 28 วัน

4.1.1.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

เมื่อเวลาผ่านไปการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดทุกทรีทเมนต์มีค่าเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.3 และ 4.4) และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13^{0}C ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 86±2 กับมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70± 5 พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13^{0}C น้อยกว่ามังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ที่ 7-12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13^{0}C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ที่ 3-4 เปอร์เซ็นต์ (รายละเอียดของข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักดูได้ในภาคผนวก ง) และเมื่อนำผลการทดลองมาหาอัตราการสูญเสียน้ำหนักพบว่ามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทั้ง 4 ทรีทเมนต์คือ Control Lab-a Lab-b และ Teva มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 3.032 1.808 2.544 และ 2.274 เปอร์เซ็นต์ต่อวันตามลำดับ ส่วนมังคุดที่เก็บรักษาที่ 13^{0}C ทั้ง 4 ทรีทเมนต์คือ Control Lab-a Lab-b และ Teva มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.202 0.834 1.130 และ 1.016 เปอร์เซ็นต์ต่อวันตามลำดับ ซึ่งแสดงว่ามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทุกทรีทเมนต์มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอย่างชัดเจน เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลส่วนใหญ่เกิดจากน้ำในผลิตผลที่มีความดันไอสูงกว่าเคลื่อนตัวออกสู่สภาวะแวดล้อมที่มีความดันไอต่ำกว่า ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก ดังนั้นที่อุณหภูมิต่ำซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าที่อุณหภูมิห้องน้ำจึงเคลื่อนย้ายออกจากผลิตผลได้น้อยกว่า (ทนง ภัครัชพันธุ์, 2526)

การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษามังคุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลมังคุดที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ มังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a มีการสูญเสียน้ำน้อยกว่ามังคุดทรีทเมนต์อื่น และมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-b ไม่แตกต่างทางสถิติกับทั้งมังคุดที่เคลือบด้วย Teva และมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ แต่มังคุดที่เคลือบด้วย Teva แตกต่างกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ แสดงว่ามังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a และ Teva สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดได้ ส่วนมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-b สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้เพียงเล็กน้อยและในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องก็มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ

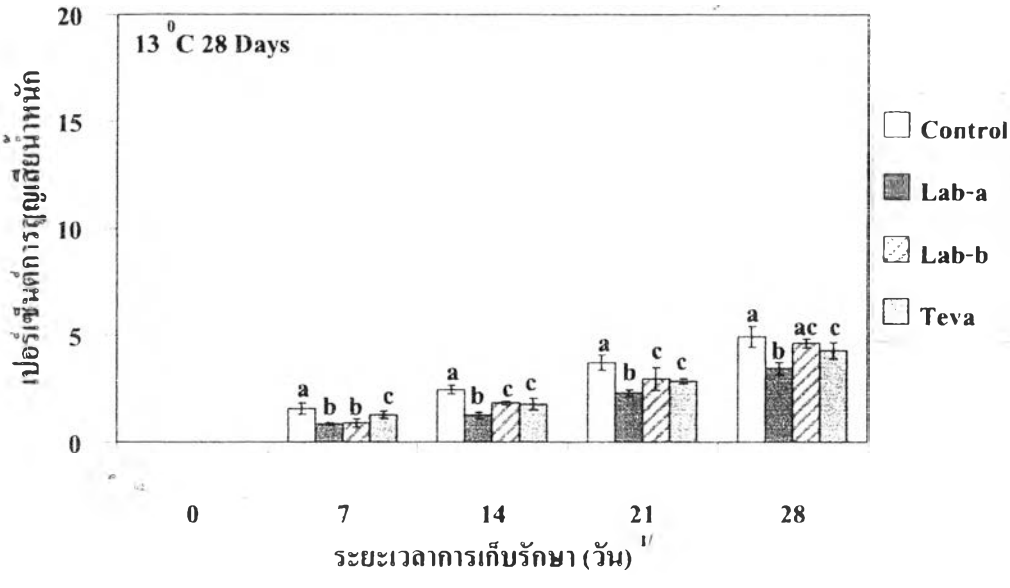
การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ให้ผลการทดลองที่คล้ายคลึงกับมังคุดที่เก็บรักษาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.4) แสดงว่าการใช้สารเคลือบมาเคลือบผลิตผลสามารถชะลอการแพร่ผ่านของไอน้ำได้ เนื่องจากสารเคลือบผิวจะไปปกคลุม ทับ หรือทดแทนไขที่เคยมีอยู่และปิดช่องเปิดต่างๆ ตามธรรมชาติ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)



รูปที่ 4.3 การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.4 การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.1.3 สี

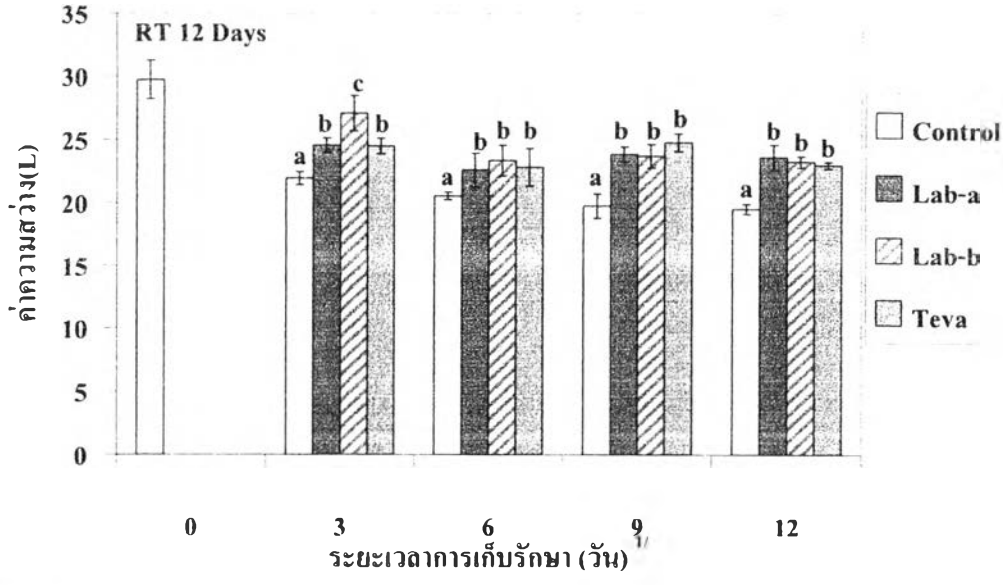
สีเปลือกมังคุด

การเปลี่ยนแปลงของสีสามารถใช้เป็นดัชนีบอกการเปลี่ยนแปลงของผลไม้ได้ โดยเฉพาะในมังคุด โดยส่วนมากเมื่อผลิตผลถูกเก็บเกี่ยวมาแล้วมักมีการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้น การทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมังคุดทำโดยใช้เครื่องวัดสี แล้วรายงานผลเป็นค่า L และค่า a โดยค่า L แสดงค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 ถ้าค่า L สูงคือยิ่งมีความสว่างมาก ส่วนค่า a แสดงค่าสีแดงและสีเขียว โดยถ้า a มีค่าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีความเป็นสีแดง และถ้า a มีค่าเป็นลบแสดงว่าวัตถุมีความเป็นสีเขียว

ผลการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 13 ^{0}C (รูปที่ 4.5 ถึง 4.8) เมื่อเวลาผ่านไปค่าความสว่าง (L) และค่าความเป็นสีแดง (a) ของมังคุดทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเอทิลีนที่ผลิตขึ้นขณะเข้าสู่กระบวนการสุกเร่งให้เกิดการสร้างแอนโทไซยานิน (Faragher and Brohier, 1984) และเอทิลีนยังชักนำแอนไซม์คลอโรฟิลเลสให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์อย่างรวดเร็ว (Shinokawa et al., 1978)

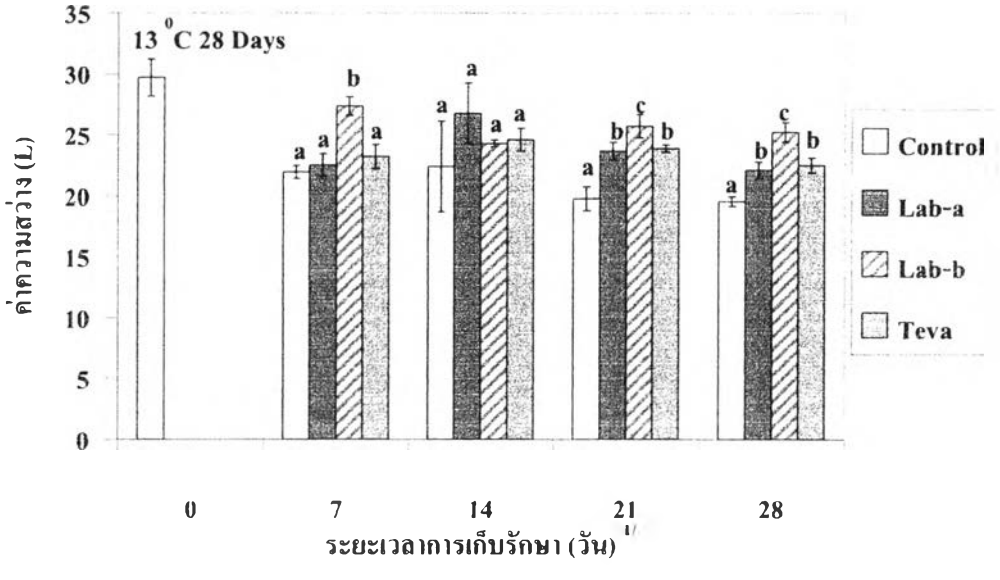
มังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องแต่ละทรีทเมนต์มีค่าความสว่าง (รูปที่ 4.5) แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 12 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ พบว่าในวันที่ 3 ของการทดลอง ค่าความสว่างของมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-b มีความแตกต่างกับมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a และ Teva และมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ ส่วนมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a และ Teva ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ และตั้งแต่วันที่ 6 จนถึงวันที่ 12 ของการทดลอง ค่าความสว่างระหว่างมังคุดที่เคลือบและไม่ได้เคลือบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันในทรีทเมนต์ที่เคลือบ ซึ่งหากเปรียบค่าความสว่างแทนค่าความมันเงา แสดงว่าสูตร Lab-b ให้ความมันเงามากที่สุดในช่วงการทดลอง 3 วันแรก เนื่องมาจากในสูตร Lab-b มีองค์ประกอบของพอลิเอทิลีนไกลคอลซึ่งเป็นสารที่ช่วยเพิ่มความมันเงาทำให้มีความเงามากกว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตรอื่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลมังคุดที่เคลือบและไม่ได้เคลือบก็พบว่าผลที่เคลือบมีค่าความสว่าง (ความมันเงา) มากกว่า ส่วนค่าความเป็นสีแดง (รูปที่ 4.7) ในวันที่ 3ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละทรีทเมนต์ แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 6 9 และ 12 ของการทดลอง โดยมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b แตกต่างกับทรีทเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนมังคุดที่ไม่ได้เคลือบกับมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a และ Teva ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 3 การเคลือบไม่มีผลกับการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมังคุด หลังจากวันที่ 3 จึงพบว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของเปลือกผลได้ แต่มังคุดที่เคลือบด้วยสูตรอื่นไม่สามารถชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกของมังคุดได้

สีเปลือกของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ค่าความสว่างมีความแตกต่างกันในวันที่ 7 21 และ 28 แต่ไม่แตกต่างกันในวันที่ 14 ของการทดลอง (รูปที่ 4.6) โดยค่าความสว่างของมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-b แตกต่างกับมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a Teva และมังคุดที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ แต่มังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a และ Teva ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ เช่นเดียวกับผลการทดลองของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สูตร Lab-b ให้ความมันเงามากที่สุด และผลที่เคลือบมีค่าความสว่าง (ความมันเงา) มากกว่าผลที่ไม่เคลือบอย่างชัดเจน ส่วนค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันในวันที่ 7 และ 14 แต่มีความแตกต่างกันในวันที่ 21 และ 28 ของการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ ๆ พบว่า ในวันที่ 21 ของการทดลอง มังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b แตกต่างกับทรีทเมนต์อื่น ๆ ส่วนมังคุดที่ไม่ได้เคลือบแตกต่างกับมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a แต่ไม่แตกต่างกับมังคุดที่เคลือบด้วย Teva และในวันที่ 28 ของการทดลองมีเพียงมังคุดที่เคลือบด้วย Lab-b ที่แตกต่างกับทรีทเมนต์อื่น แสดงว่าในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 14 การเคลือบไม่มีผลกับการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมังคุด จนวันที่ 21 ของการทดลองจึงพบว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของเปลือกผลได้ แต่มังคุดที่เคลือบด้วยสูตรอื่นไม่สามารถชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกของมังคุดได้



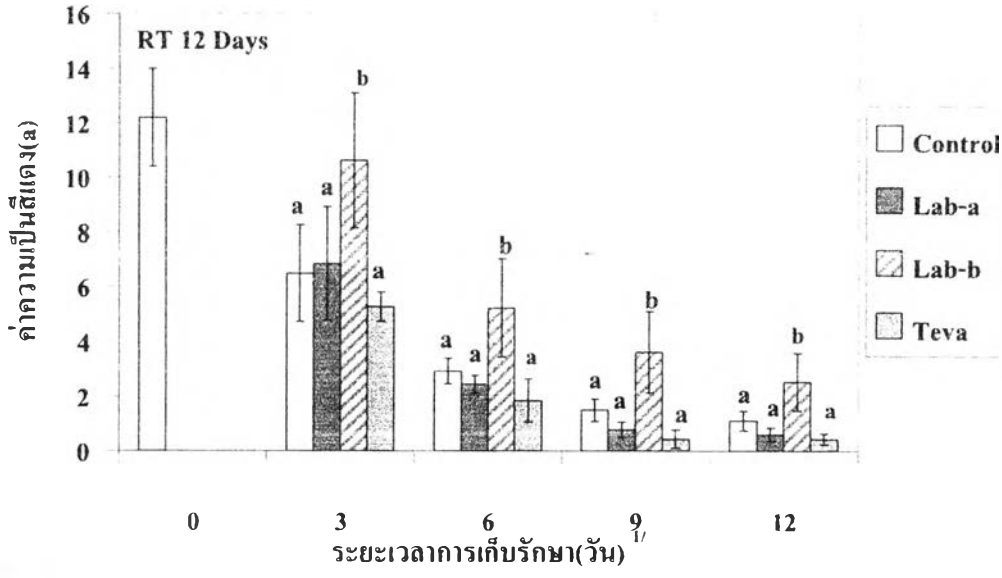
รูปที่ 4.5 ค่าความสว่างของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



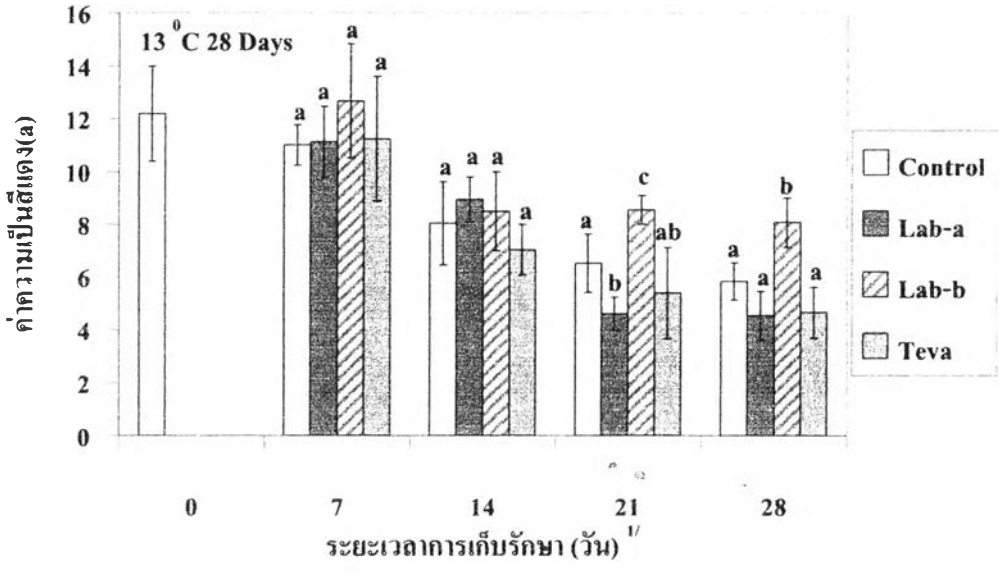
รูปที่ 4.6 ค่าความสว่างของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.7 ค่าความเป็นสีแดงของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.8 ค่าความเป็นสีแดงของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

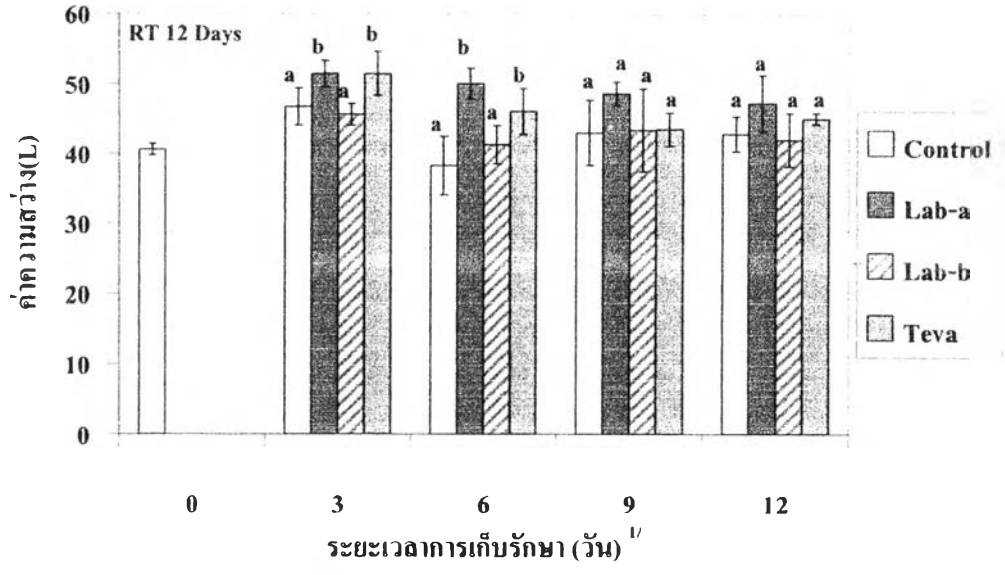
1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สีกลีบเลี้ยงมังคุด

ระหว่างการเก็บรักษาค่าความสว่าง (L) ของกลีบเลี้ยงของมังคุดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่ค่าความเป็นสีเขียว (-a) มีลดลงอย่างชัดเจน โดยสีของกลีบเลี้ยงจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีน้ำตาลพร้อมกับเกิดการเหี่ยวแห้ง ซึ่งเป็นผลมาจากคลอโรฟิลล์เกิดการสลายตัวมากกว่าการสร้าง ทำให้คลอโรฟิลล์หมดไปในที่สุด (กวิศร์ วานิชกุล, 2522)

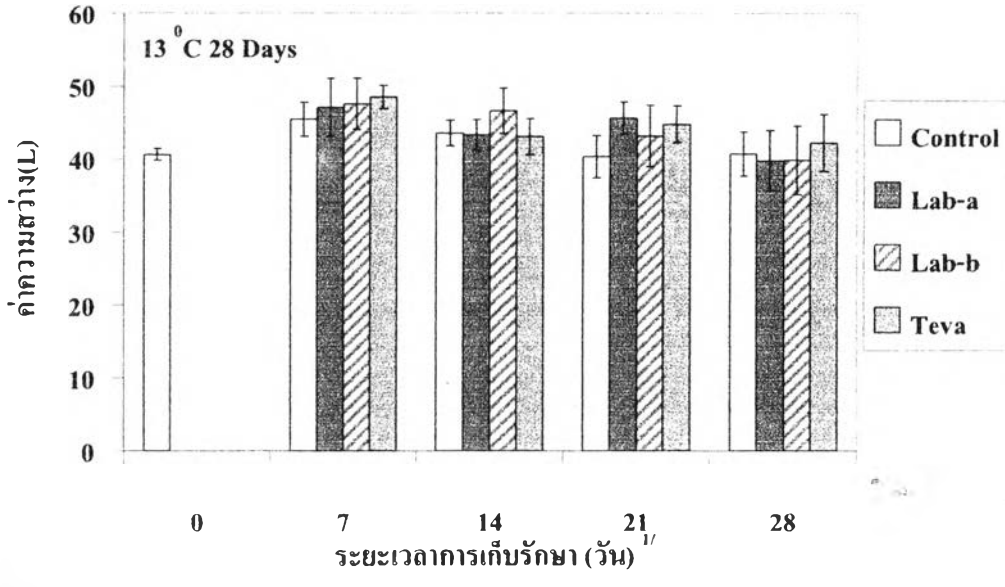
สีกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.9 และ 4.11) ในวันที่ 3 และ 6 มีความแตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ พบว่า มังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Teva มีความแตกต่างกับมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b และมังคุดที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปจนถึงวันที่ 9 และ 12 ของการทดลองพบว่าไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความเป็นสีเขียวมีเพียงวันที่ 9 เท่านั้นที่มีค่าความเป็นสีเขียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a มีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่ามังคุดทรีทเมนต์อื่น จากผลการวิเคราะห์แสดงว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงได้ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นก็ไม่สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ที่เกิดขึ้นได้ ในที่สุดแล้วกลีบเลี้ยงก็เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเกิดอาการเหี่ยว

การเปลี่ยนแปลงสีกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C (รูปที่ 4.10 และ 4.13) พบว่าค่าสว่างและความเป็นสีเขียวของกลีบเลี้ยงไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จากผลการทดลองแสดงว่าการใช้สารเคลือบไม่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ได้ เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสุกของมังคุดได้ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่ามังคุดที่อุณหภูมิห้องอยู่แล้ว การเคลือบผิวที่มีผลต่อกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณภูมิห้องจึงไม่มีผลต่อกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C



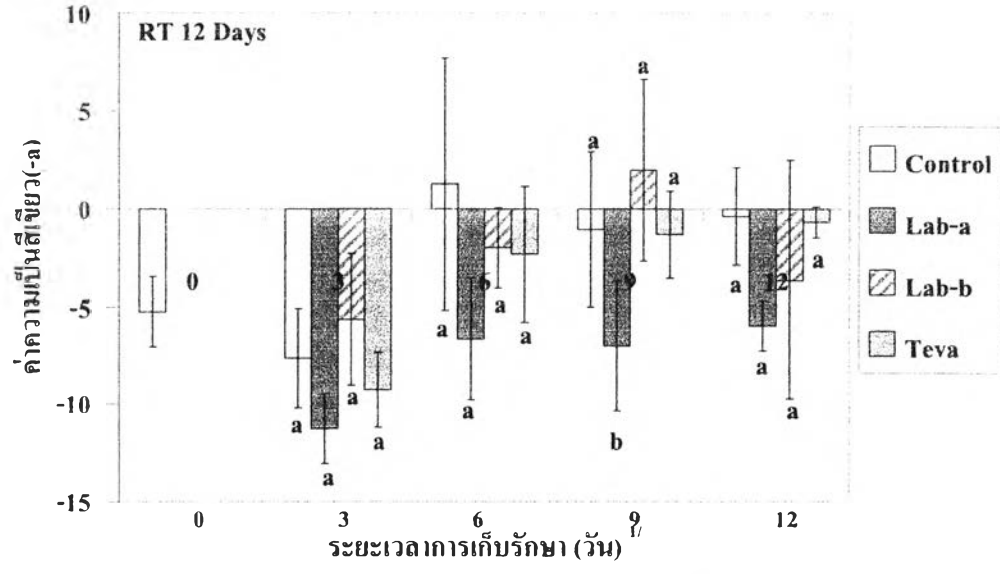
รูปที่ 4.9 ค่าความสว่างของกลีบเลี้ยงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



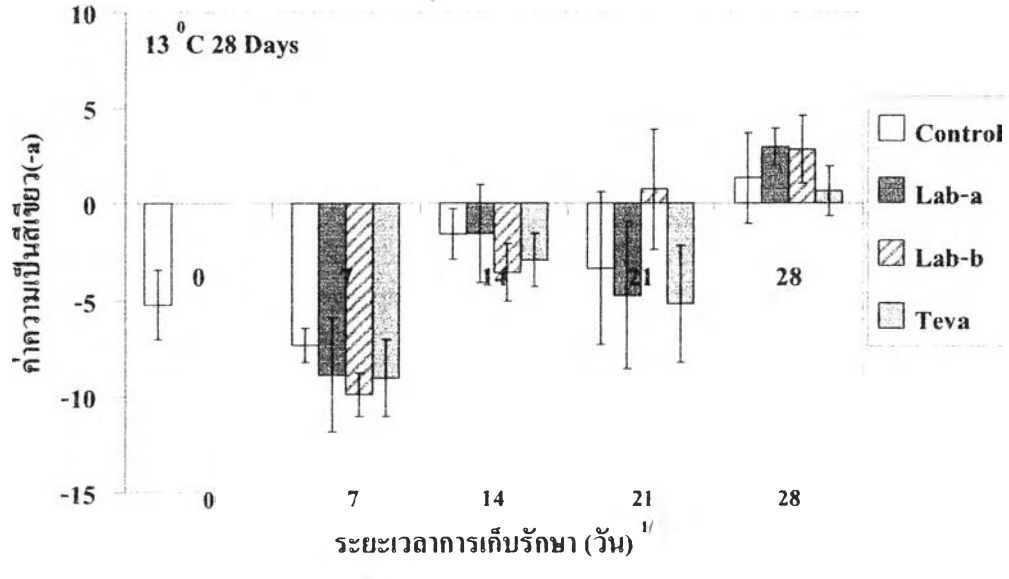
รูปที่ 4.10 ค่าความสว่างของกลีบเลี้ยงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)



รูปที่ 4.11 ค่าความเป็นสีเขียวของกลีบเลี้ยงมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.12 ค่าความเป็นสีเขียวของกลีบเลี้ยงมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

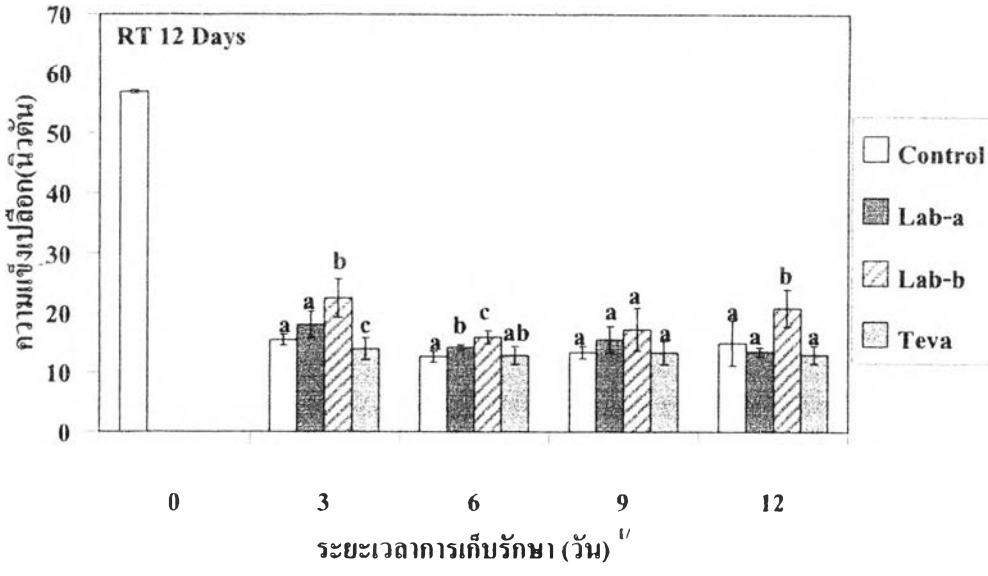
1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.1.4 ความแข็งเปลือก

ค่าความแข็งเปลือกของมังคุดทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มลดลงตลอดการทดลอง และลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก ซึ่งการลดลงของความแน่นเนื้อของเปลือกผลนั้นเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลต่าง ๆ ภายในผนังเซลล์ โดยเฉพาะเพกติน ซึ่งแต่เดิมอยู่ในรูปของโปรโตเพกตินซึ่งไม่ละลายน้ำ เปลี่ยนเป็นรูปที่ละลายน้ำ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ 2 ชนิดคือ พอลิกาแลคตูโรเนส (PG) และเพกตินเอสเทอเรส (PE) (Eskin, 1979)

ความแข็งเปลือกของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.13) เมื่อระยะเวลาผ่านไปค่าความแข็งเปลือกมีค่าลดลงเรื่อยๆ โดยลดลงอย่างรวดเร็วในระยะ 3 วันแรก ซึ่งการลดลงของการแข็งเปลือกนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างหนึ่งในกระบวนการสุกของมังคุด (ฐิติยา รัตนไตรภพ, 2546) และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติพบว่าค่าความแข็งเปลือกของมังคุดที่เคลือบมีค่ามากกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง ยกเว้นในวันที่ 9 เพียงวันเดียว โดยค่าความแข็งเปลือกของมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b มีค่ามากกว่าค่าความแข็งเปลือกของทรีทเมนต์อื่นๆ แสดงว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b สามารถชะลอการลดลงของการแข็งเปลือกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน มังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Teva สามารถชะลอการลดลงของการแข็งเปลือกของมังคุดได้เพียงในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่เมื่อถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาค่าความแข็งเปลือกของมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Teva ไม่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ

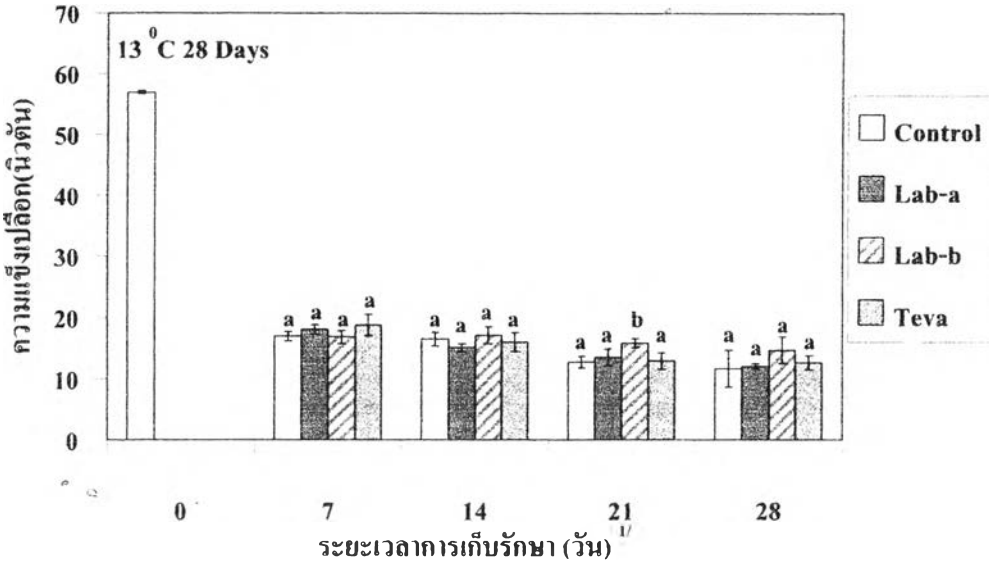
ความแข็งเปลือกของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C (รูปที่ 4.14) มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องคือลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นลดลงเพียงเล็กน้อย โดยค่าความแข็งเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีทเมนต์ยกเว้นในวันที่ 21 ของการทดลองเพียงวันเดียว ที่ค่าความแข็งเปลือกของมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b มีค่าความแข็งเปลือกแตกต่างกับทรีทเมนต์อื่นๆ แสดงว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b สามารถชะลอการลดลงของการแข็งเปลือกได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสมโภชน์ น้อยจินดา (2535) ว่ามังคุดที่จุ่มในสารละลายจิบเบอเรลลินเข้มข้น 1,000 ppm และเคลือบผิวด้วยสารเคลือบ sta-fresh#7055 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อของเปลือกมังคุดได้



รูปที่ 4.13 ค่าความแข็งเปลือกของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.14 ค่าความแข็งเปลือกของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

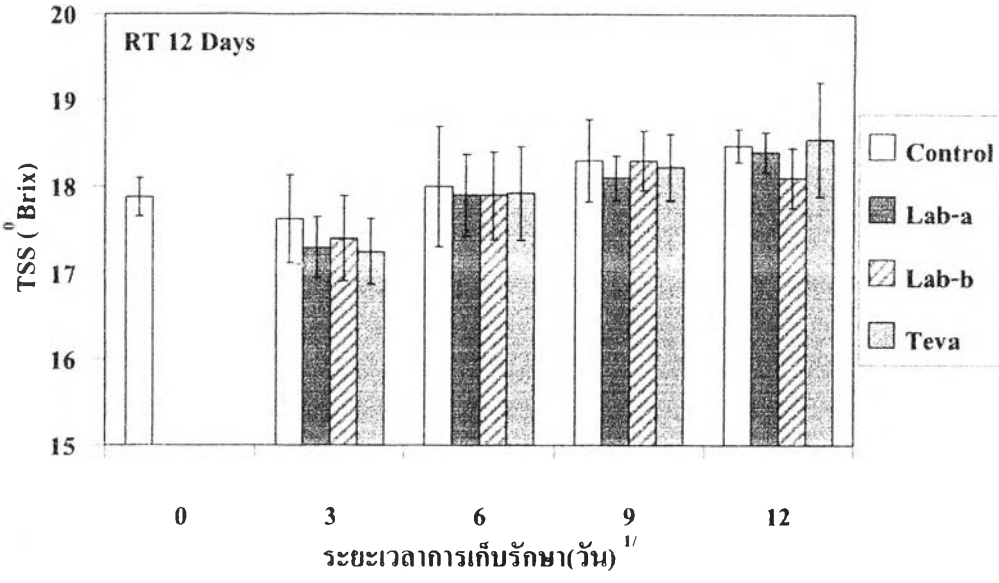
ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.1.5 ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดที่

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมังคุดทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น (รูปที่ 4.15 และ 4.16) ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากมีการสูญเสียน้ำทำให้องค์ประกอบของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงขึ้น แต่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเนื่องจากมังคุดสะสมอาหารไว้ในรูปของกรดและน้ำตาลแทนที่จะเป็นแป้ง ดังนั้นการสลายตัวของอาหารที่สะสมไว้เพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลจึงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย (Fuchs et al., 1980)

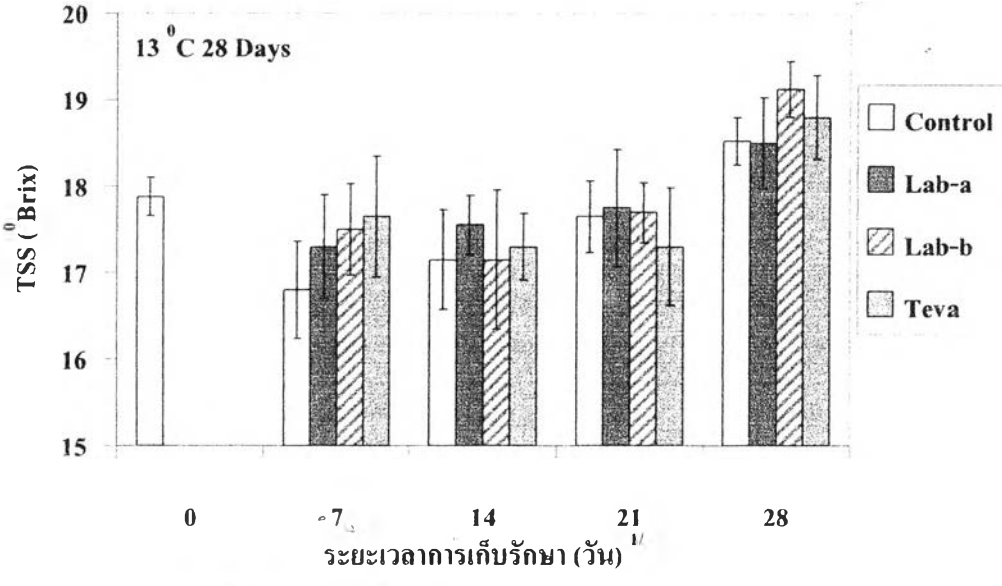
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่แตกต่างกันแสดงว่าผลของการเคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 3 สูตรไม่มีผลกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมังคุด

ผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C แสดงดังรูปที่ 4.16 ให้ผลที่คล้ายคลึงกับมังคุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง แสดงว่าผลของการเคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 3 สูตรไม่มีผลกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมังคุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานของรุจิรา (2540) ที่ได้รายงานว่ามังคุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบทางการค้า Sta-fresh#7055 ความเข้มข้นร้อยละ 15 20 และ 25 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่แตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C นาน 25 วัน



รูปที่ 4.15 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

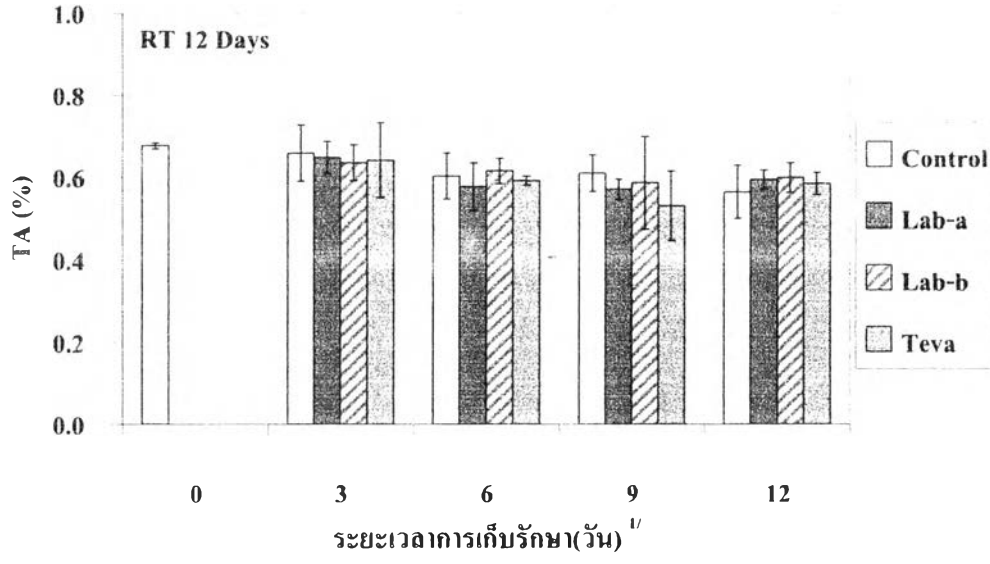


รูปที่ 4.16 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

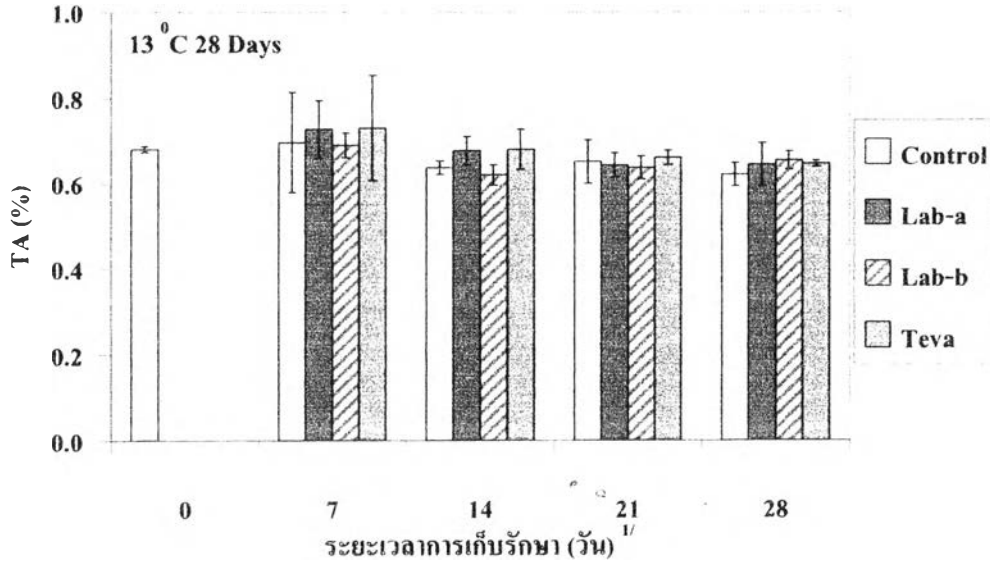
4.1.1.6 เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้

เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย (รูปที่ 4.17 และ 4.18) โดยทุกทรีทเมนต์ของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C และมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ แสดงว่าสารเคลือบไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ของมังคุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานของสมโภชน์ (2535) และรุจิรา (2540) ที่ได้รายงานว่ามังคุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ Sta-fresh#7055 มีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ควบคุม ($P \leq 0.05$) และมีค่าใกล้เคียงกันในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C



รูปที่ 4.17 เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

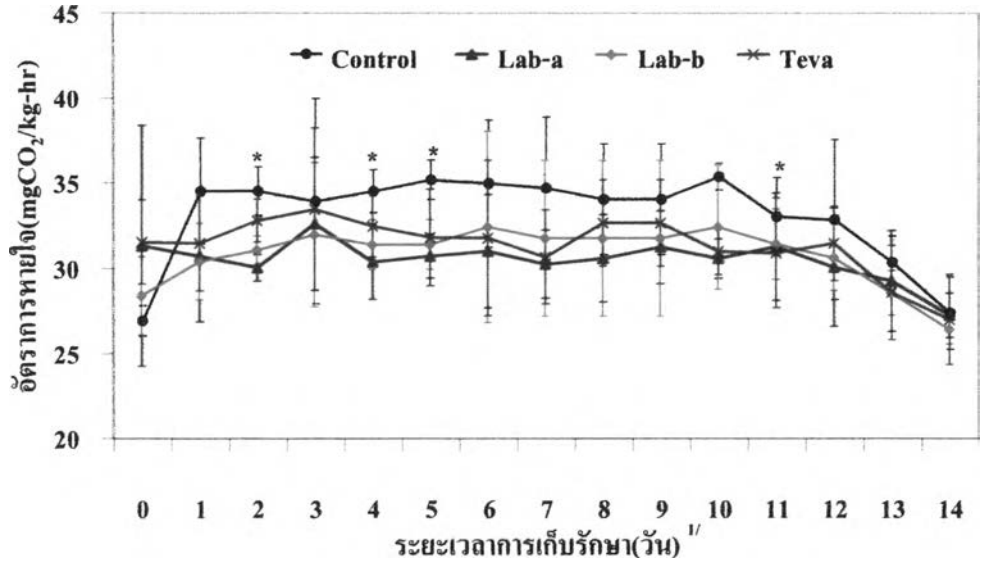


รูปที่ 4.18 เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.1.1.7 อัตราการหายใจ

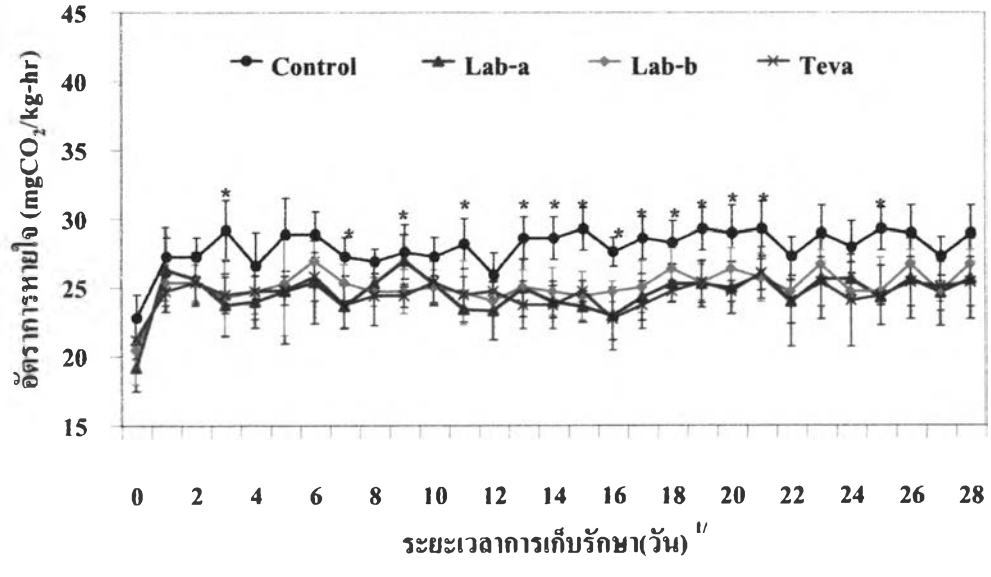
อัตราการหายใจของมังคุดวัดจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตจากผลมังคุด การใช้สารเคลือบมาเคลือบผลิตผลถือเป็นการดัดแปลงบรรยากาศของผลิตผลทำให้บรรยากาศภายในผลิตผลแตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ คือมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นและก๊าซออกซิเจนลดลง เพื่อประโยชน์ในการยืดอายุ การรักษาความสด และรสชาติของผลิตผลนั้น การลดปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศลงมาถึงระดับที่พอเหมาะสามารถลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนได้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) จากการทดลองอัตราการหายใจของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ในช่วง 25-35 $mgCO_2/kg\text{-}hr$ และอัตราการหายใจของมังคุดทุกทรีทเมนต์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^0C มีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 20-30 $mgCO_2/kg\text{-}hr$ (รูปที่ 4.19 และ 4.20) เห็นได้ชัดเจนว่าอัตราการหายใจของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^0C จะมีอัตราการหายใจต่ำกว่ามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เมื่อพิจารณาถึงอัตราการหายใจของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่าอัตราการหายใจมีค่าค่อนข้างคงที่และไม่พบรูปแบบอัตราการหายใจที่เป็นแบบไคลแมคเทอริค (climacteric respiration pattern) ส่วนมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^0C พบว่ามังคุดทุกทรีทเมนต์มีอัตราการหายใจสูงขึ้นในวันที่ 1 ของการเก็บรักษาและไม่พบไคลแมคเทอริคพีกเช่นกัน ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าอัตราการหายใจจากการทดลองนี้ใช้ตัวอย่างเป็นมังคุดระยะที่สาม ซึ่งจากการทดลองของสมโภชน์ น้อยจินดา (2534) กล่าวว่าอัตราการหายใจจะสูงขึ้นระหว่างกระบวนการสุก และจะค่อยๆ ลดต่ำลงพร้อม ๆ กับสีผิวจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง แสดงว่าอัตราการหายใจที่ได้จากการทดลองอาจจะผ่านช่วงไคลแมคเทอริคพีกไปแล้ว เมื่อเปรียบเทียบอัตราการหายใจของมังคุดที่เคลือบและไม่ได้เคลือบ พบว่ามังคุดที่เคลือบมีอัตราการหายใจต่ำกว่าอย่างชัดเจนตลอดการทดลอง เนื่องจากสารเคลือบผิวจะไปปกคลุม ทับ หรือทดแทนไขที่เคยมีอยู่และปิดช่องเปิดต่างๆ ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง มังคุดที่เคลือบผิวจึงมีอัตราการหายใจต่ำกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบ ส่วนความแตกต่างของอัตราการหายใจระหว่างมังคุดที่เคลือบสารเคลือบพบว่าเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าส่วนใหญ่แล้วจะไม่มีความแตกต่างกัน (ดูรายละเอียดของผลการทดลองได้ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.4) แสดงว่าการใช้สารเคลือบทั้งสามสูตรให้ผลไม่แตกต่างกันในการลดอัตราการหายใจของมังคุด



รูปที่ 4.19 อัตราการหายใจของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.20 อัตราการหายใจของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

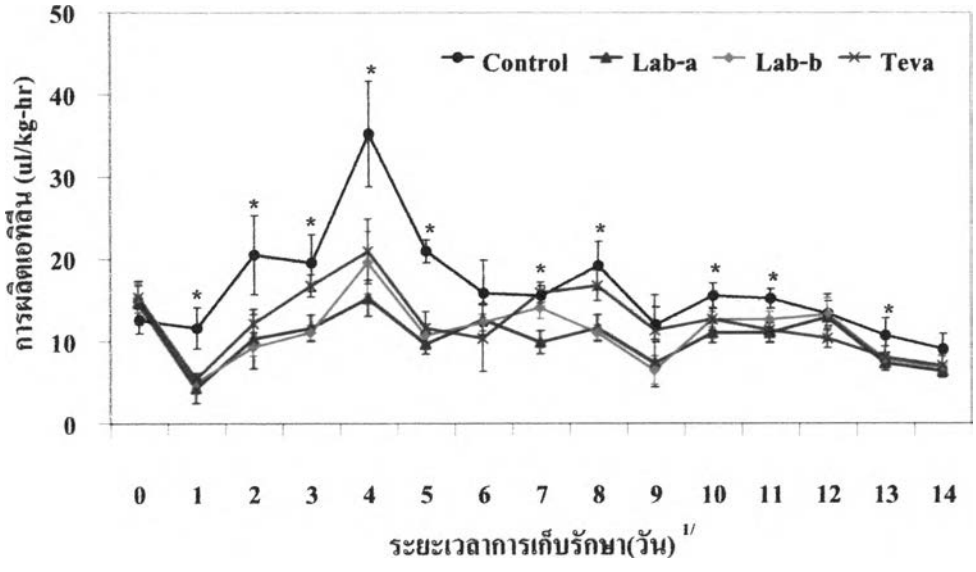
* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สำนักวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1.8 การผลิตเอทิลีน

การผลิตเอทิลีนวัดทุก 24 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.21 และ 4.22) พบว่ามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C โดยมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีการผลิตเอทิลีนอยู่ในช่วง 5-10 µL/kg-hr และมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C มีการผลิตเอทิลีนอยู่ในช่วง 2-10 µL/kg-hr

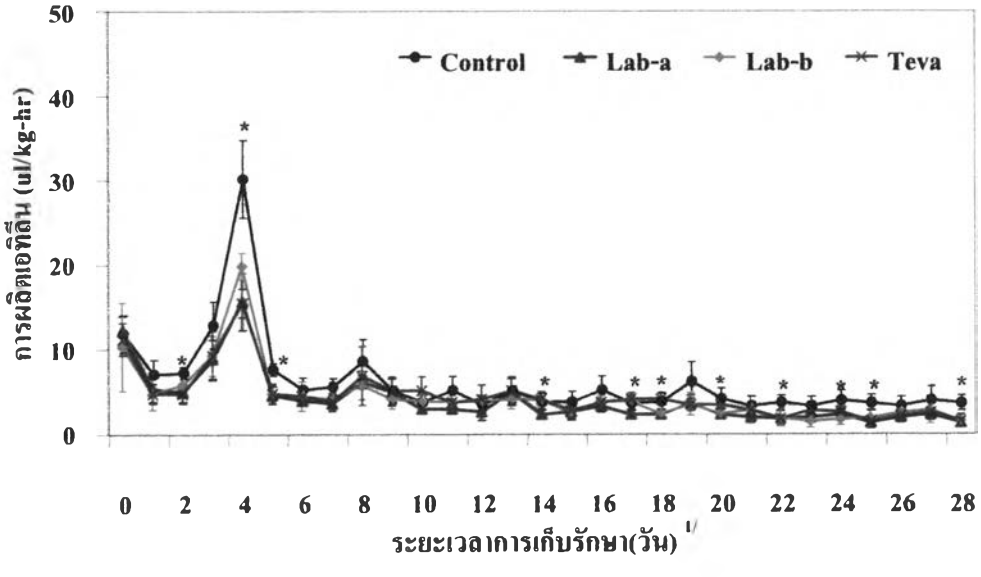
การผลิตเอทิลีนของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.21) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาทุกทรีทเมนต์ โดยมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ มังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a Lab-b และ Teva มีค่าการผลิตเอทิลีนสูงสุดเท่ากับ 35.2 15.3 19.6 และ 20.99 µL/kg-hr ตามลำดับ โดยมังคุดที่ไม่ได้เคลือบมีการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามังคุดที่เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่มังคุดที่เคลือบมีการผลิตเอทิลีนไม่แตกต่างกัน (รายละเอียดของผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.10) แสดงว่าการเคลือบสามารถลดการผลิตเอทิลีนในมังคุดได้ สำหรับมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C (รูปที่ 4.22) มีแนวโน้มการผลิตเอทิลีนคล้ายคลึงกับมังคุดที่เก็บรักษาที่ห้องคือมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาแต่มีค่าการผลิตเอทิลีนต่ำกว่า โดยมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ มังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a Lab-b และ Teva มีค่าการผลิตเอทิลีนสูงสุดเท่ากับ 30.1 15.7 19.9 และ 15.5 µL/kg-hr ตามลำดับ ซึ่งมังคุดที่ไม่ได้เคลือบมีการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามังคุดที่เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และมังคุดที่เคลือบ Lab-b มีการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a และ Teva แต่มังคุดที่เคลือบด้วย Lab-a และ Teva ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (รายละเอียดของผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.20) ซึ่งเห็นได้ชัดว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนได้ และเมื่อพิจารณาระหว่างทรีทเมนต์พบว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบมีการผลิตเอทิลีนต่ำกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบตลอดการทดลอง เนื่องจากสารเคลือบผิวจะไปปกคลุม ทับ หรือทดแทนไขที่เคยมีอยู่และปิดช่องเปิดต่างๆ ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่แพร่ผ่านเข้าไปในผลิตผลก็น้อย การผลิตเอทิลีนในผลิตผลจึงลดลง เนื่องจากการผลิตเอทิลีนต้องใช้ออกซิเจน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) โดยเฉพาะมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a มีแนวโน้มว่ามีการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าทรีทเมนต์อื่น (วันที่ 14 และ 17 ของการเก็บรักษา)



รูปที่ 4.21 การผลิตเอทิลีนของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.22 การผลิตเอทิลีนของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.1.9 คุณภาพในการรับประทาน

การประเมินคุณภาพในการรับประทานเป็นการประเมินโดยใช้ผู้ชิม 10 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แสดงไว้ในภาคผนวก ก การใช้ผู้ชิมมีข้อดีคือสามารถรับรู้ลักษณะภายนอก กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสได้ในเวลาเดียวกัน โดยเป็นการทดสอบจากคุณลักษณะของ ความมัน สีผิวผล สีกลีบเลี้ยง กลิ่นหอม ความหวาน ความเปรี้ยว กลิ่นและรสชาติผิดปกติ และความชอบของผู้บริโภค ทำการทดลองทุก 3 วันสำหรับมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และทุก 7 วันสำหรับมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ซึ่งต่างจากการวัดโดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถวัดได้ทีละอย่างเท่านั้น ผลการประเมินคุณภาพของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C แสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

ความมันเงาของผิว

คะแนนความมันของมังคุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 คะแนนสูงบ่งบอกว่ามังคุดมีความมันเงามาก จากการทดลองพบว่าคะแนนความมันเงาของมังคุดแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

คะแนนความมันเงาของมังคุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องดังแสดงตารางที่ 4.1 มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนต่างจากมังคุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C อาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าทำให้ผู้บริโภคเห็นการเปลี่ยนแปลงของมังคุดได้ชัดเจนกว่า คือเมื่อเวลาผ่านไปมังคุดเกิดการเสื่อมสภาพ และสารเคลือบหลุดออกทำให้ความมันเงาลดลง โดยมังคุดที่ไม่ได้เคลือบมีคะแนนความมันเงาแตกต่างกับมังคุดที่เคลือบอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะการเก็บรักษา แสดงว่าสารเคลือบสามารถเพิ่มความมันเงาให้กับมังคุดที่เคลือบได้อย่างเด่นชัด

คะแนนความมันเงาของมังคุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C (ตารางที่ 4.2) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคมีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ไม่มีแนวโน้มที่แน่นอน แต่เมื่อวิเคราะห์ผลของค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบจะมีคะแนนความมันเงามากกว่าอย่างชัดเจน ในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลอง แต่ในวันที่ 21 และ 28 ของการทดลองคะแนนความมันเงาของมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b มีคะแนนลดลง และแตกต่างจากมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Teva เนื่องจากมีคราบสีขาวปรากฏ ซึ่งแสดงว่าเมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน มังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเท่ากับมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Teva ซึ่งผลที่ได้มีแนวโน้มไม่ตรงกับค่าความสว่าง (L) ที่วัดได้จากเครื่องวัดสี อาจเนื่องมาจากสารเคลือบ

สูตร Lab-b ถึงจะมีค่าความสว่างมากที่สุด แต่ก็มีลักษณะที่ไม่น่าพึงพอใจต่อผู้บริโภคเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษายาวนานขึ้น

ตารางที่ 4.1 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยของมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ และมังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบชนิดต่าง ๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ ผู้บริโภค

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)[1]			
		3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
ความมัน	Control (ไม่เคลือบ)	1.1±1.10a	1.2±1.13a	0.6±0.84a	0.5±0.67a
(คะแนน)	Lab-a	4.6±0.52b	4.4±0.68bc	4.4±0.52b	4.0±0.67b
	Lab-b	4.9±0.32b	4.6±0.68b	4.2±0.79b	3.8±1.03b
	Teva	3.9±0.74c	4.1±0.87c	4.4±0.52b	3.6±1.15b
	F-test	*	*	*	*
	CV (%)	46.20	45.20	51.93	56.92
สีกลีบเลี้ยง	Control (ไม่เคลือบ)	2.6±1.28a	2.2±1.2a	1.4±0.52a	1.1±0.99a
(คะแนน)	Lab-a	4.6±0.66b	3.3±0.71b	3.2±1.23b	2.0±0.80b
	Lab-b	3.5±1.56ab	3.1±1.66b	3.0±0.94b	1.9±0.21b
	Teva	3.9±1.10b	3.1±1.17b	2.8±1.23b	1.9±0.74b
	F-test	*	*	*	*
	CV (%)	37.73	43.49	46.74	46.54
สีผิวผล	Control (ไม่เคลือบ)	2.8±1.13a	2.2±1.39a	1.8±0.42a	1.8±0.92a
(คะแนน)	Lab-a	4.4±0.55b	3.7±0.94b	3.6±0.52b	3.1±0.76b
	Lab-b	3.9±0.99b	3.0±0.94b	2.8±0.79c	2.5±0.53b
	Teva	4.3±0.62b	3.7±0.82b	3.6±0.84b	2.7±0.18b
	F-test	*	*	*	*
	CV (%)	27.66	37.66	33.42	32.97
กลิ่น	Control (ไม่เคลือบ)	3.6±0.86	2.1±1.1	3.0±0.67	2.3±1.32
(คะแนน)	Lab-a	3.1±0.74	2.3±1.15	2.8±1.03	2.7±1.49
	Lab-b	2.8±1.31	2.4±1.42	2.8±0.79	2.8±1.16
	Teva	3.4±0.66	2.3±1.33	2.8±0.79	2.6±1.42
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	29.44	52.76	28.15	51.55

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) 1/			
		3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
ความหวาน	Control (ไม่เคลือบ)	3.4±0.94	3.2±1.05	3.4±0.52	2.4±1.2
(คะแนน)	Lab-a	2.9±0.96	3.3±0.94	3.4±1.71	2.4±1.25
	Lab-b	2.7±1.08	3.4±1.71	3.0±1.49	2.5±0.82
	Teva	3.4±0.66	2.4±1.25	3.4±1.07	2.6±1.17
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	30.46	33.72	37.71	44.36
ความเปรี้ยว	Control (ไม่เคลือบ)	2.4±1.63	1.8±1.31	1.8±0.79	1.9±1.29
(คะแนน)	Lab-a	2.0±0.94	1.8±1.31	1.8±1.23	2.3±1.57
	Lab-b	2.5±1.31	1.6±1.5	1.8±0.78	2.2±1.4
	Teva	2.3±1.27	1.8±1.55	1.6±1.07	1.6±1.07
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	55.32	79.58	54.81	67.09
ความผิดปกติ	Control (ไม่เคลือบ)	0.1±0.31	0.6±1.26	0.2±0.42	0.9±1.66
ของกลิ่นและรสชาติ	Lab-a	0.3±0.41	1.2±1.69	0.8±1.03	1.0±1.63
(คะแนน)	Lab-b	0.3±0.41	0.8±1.55	1.0±0.67	0.7±1.57
	Teva	0.3±0.62	0.6±0.96	0.6±0.84	0.8±1.55
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	200.37	175.32	123.42	181.77
ความชอบ	Control (ไม่เคลือบ)	3.3±1.51	3.1±1.54	3.8±0.79	2.6±1.07
(คะแนน)	Lab-a	3.3±0.91	3.0±1.41	3.4±0.84	2.7±0.63
	Lab-b	3.5±1.05	2.3±1.15	3.0±0.67	2.8±1.18
	Teva	3.3±0.91	2.9±1.17	3.2±0.79	2.9±1.20
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	32.59	46.13	23.29	37.04

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns มังคุดที่เก็บรักษาทุกทรีทเมนต์มีคะแนนความมันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มังคุดที่เก็บรักษาในทุกทรีทเมนต์มีคะแนนความมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงคะแนนความมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เมื่อใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ

CV = coefficient of varience

ตารางที่ 4.2 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยของมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ และมังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบชนิดต่าง ๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) [1/]			
		7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
ความมัน	Control (ไม่เคลือบ)	0.9±1.45a	0.7±0.82a	0.6±0.97a	0.8±1.03a
(คะแนน)	Lab-a	4.0±0.94b	3.9±0.99b	4.6±0.52b	4.7±0.75b
	Lab-b	4.0±0.67b	4.0±1.05b	3.3±1.25c	2.7±1.49c
	Teva	3.8±0.98b	4.0±0.94b	4.4±0.70b	4.0±1.25b
	F-test	*	*	*	*
	CV (%)	52.67	54.06	56.82	61.30
สีกลีบเลี้ยง	Control (ไม่เคลือบ)	3.9±0.88	3.1±1.29a	2.6±1.26a	2.5±1.08
(คะแนน)	Lab-a	4.0±0.96	4.2±0.82b	4.0±1.05b	2.7±1.06
	Lab-b	3.9±0.74	2.3±1.34a	1.4±1.43c	1.4±1.51
	Teva	3.7±0.95	3.1±1.37a	3.1±1.29ab	2.9±1.37
	F-test	ns	*	*	ns
	CV (%)	22.13	42.72	55.90	56.96
สีผิวผล	Control (ไม่เคลือบ)	3.0±1.33a	2.5±1.08a	3.0±1.25ab	2.5±1.08ab
(คะแนน)	Lab-a	4.4±0.70b	3.7±0.82b	4.1±1.20a	4.0±1.05a
	Lab-b	3.8±0.79ab	2.4±1.16a	2.4±1.58b	1.7±1.49b
	Teva	3.6±0.70ab	3.7±1.06b	3.4±1.07ab	3.4±1.43a
	F-test	*	*	*	*
	CV (%)	27.51	38.81	42.99	52.27
กลิ่น	Control (ไม่เคลือบ)	2.8±1.32	2.2±1.14	2.2±1.53	2.6±1.26
(คะแนน)	Lab-a	2.9±1.29	2.5±1.58	2.3±1.49	2.8±1.32
	Lab-b	3.0±1.49	2.6±1.30	2.1±1.20	2.3±1.32
	Teva	3.0±1.25	2.2±1.56	2.2±1.69	2.0±1.56
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	44.06	58.06	65.41	56.10

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) 1/			
		7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
ความหวาน	Control (ไม่เคลือบ)	2.7±0.95	3.0±1.05	2.6±1.58	2.7±1.34
(คะแนน)	Lab-a	2.2±1.23	3.1±1.10	2.5±1.43	2.5±1.65
	Lab-b	2.4±0.97	3.0±1.70	2.4±1.33	2.4±1.43
	Teva	3.0±1.15	3.4±1.42	2.7±1.25	2.7±1.29
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	42.07	41.71	53.61	53.97
ความเปรี้ยว	Control (ไม่เคลือบ)	3.3±0.67	2.5±1.27	2.5±1.57	2.8±1.40
(คะแนน)	Lab-a	3.2±1.03	2.5±1.38	2.6±1.43	2.9±1.45
	Lab-b	3.3±1.06	2.5±1.58	2.3±1.62	2.7±1.76
	Teva	2.7±1.16	2.2±1.48	2.3±1.40	2.3±1.34
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	31.74	57.27	60.89	54.69
ความผิดปกติ	Control (ไม่เคลือบ)	0.6±1.58	0.3±0.48	0.6±1.58	0.1±0.32
ของกลิ่นและรสชาติ	Lab-a	0.3±0.48	0.3±0.67	0.6±1.58	0.3±0.67
(คะแนน)	Lab-b	0.3±0.67	0.6±1.07	2.3±2.36	0.9±1.29
	Teva	0.2±0.42	0.4±0.70	1.0±1.76	0.3±0.48
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	255.14	186.05	169.84	202.55
ความชอบ	Control (ไม่เคลือบ)	3.3±1.59	3.3±0.82	3.3±1.62	3.3±1.06
(คะแนน)	Lab-a	3.1±1.38	3.6±0.83	3.6±1.43	2.9±1.52
	Lab-b	3.0±1.15	3.3±1.06	2.1±2.02	3.1±0.99
	Teva	3.4±1.07	3.3±1.03	3.0±1.33	3.0±0.94
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	40.12	27.29	55.51	36.37

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns มังคุดที่เก็บรักษาทุกทรีทเมนต์มีคะแนนความมันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* มังคุดที่เก็บรักษาในทุกทรีทเมนต์มีคะแนนความมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงคะแนนความมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ

CV = coefficient of varience

สีกลีบเลี้ยง

คะแนนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดมีแนวโน้มลดลง (คะแนนสูงบ่งบอกว่ากลีบเลี้ยงมีสีสวยมาก) ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการที่คลอโรฟิลล์เกิดการสลายตัวมากกว่าการสร้างขึ้นในระหว่างการสุก โดยที่มังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงในตารางที่ 4.1 คะแนนสีกลีบเลี้ยงที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา คะแนนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เคลือบมีคะแนนมากกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าผู้บริโภคเห็นว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามสูตรสามารถชะลอการเหี่ยวของกลีบเลี้ยงได้

คะแนนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C (ตารางที่ 4.2) คะแนนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เคลือบมีคะแนนมากกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบ ในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง คะแนนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เคลือบมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b มีคะแนนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างในวันที่ 7 และ 28 ของการทดลอง แสดงว่าสูตร Lab-a และ Teva สามารถชะลอการเหี่ยวของกลีบเลี้ยงได้ แต่สูตร Lab-b ไม่สามารถทำได้

สีผิวผล

คะแนนสีผิวผลของมังคุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 คะแนนสูงแสดงว่าสีผิวผลสวย จากการทดลองพบว่าคะแนนของสีผิวผลของมังคุดแต่ละทรีทเมนต์ทั้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 13 ^{0}C มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยมังคุดจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดง เป็นสีม่วงเข้มและสีม่วงดำในที่สุด จากผลการทดลองพบว่ามังคุดที่เคลือบมีคะแนนสูงกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าจากความเห็นของผู้บริโภค มังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบทำให้มีลักษณะสีผิวผลที่สวยงามกว่า ยกเว้นมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-b ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าสารเคลือบสูตร Lab-a และ Teva อาจเนื่องจากสารเคลือบสูตร Lab-b ถึงแม้จะมีความมันเงาสูงเนื่องจากมีส่วนผสมของพอลิเอทิลีนไกลคอลสูง แต่ก็ทำให้มีความเหนียวมากด้วยซึ่งผู้บริโภคอาจไม่ชอบ ถึงแม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองจากการวัดสีแล้วสารเคลือบ Lab-b สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของเปลือกมังคุดได้ก็ตาม

กลิ่น

กลิ่นหอมของผลไม้เป็นลักษณะหนึ่งที่มีความสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อสำหรับผู้บริโภค คะแนนกลิ่นของมังคุดแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 คะแนนสูงบ่งบอกว่ามีกลิ่นหอม

มาก พบว่าคะแนนกลิ่นหอมของมังคุดที่เก็บรักษาในทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มลดลง โดยเมื่อใช้การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบว่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ตลอดการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ แสดงว่าการเคลือบไม่มีผลต่อกลิ่นของมังคุด

ความหวาน

คะแนนความหวานของมังคุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคดังแสดงตารางที่ 4.1 และ 4.2 โดยคะแนนสูงบ่งบอกว่ามีรสหวานมาก พบว่าคะแนนความหวานของมังคุดทุก ทรีทเมนต์มีแนวโน้มสูงขึ้นแล้วลดลง นั่นคือผู้ชิมสัมผัสได้ว่ามีความหวานเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทั้งสองอุณหภูมิ แต่เมื่อวิเคราะห์คะแนนทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(P>0.05) แสดงว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบมีความหวานไม่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการวัด TSS (ในหัวข้อ 4.1.1.5)

ความเปรี้ยว

คะแนนรสชาติความเปรี้ยวของมังคุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 คะแนนสูงบ่งบอกว่ามีรสเปรี้ยวมาก พบว่าคะแนนความเปรี้ยวของมังคุดทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มลดลง นั่นคือผู้บริโภคสัมผัสได้ว่าความเปรี้ยวลดลง ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความหวานที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทั้งสองอุณหภูมิ แต่เมื่อวิเคราะห์คะแนนทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(P>0.05) แสดงว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบมีความเปรี้ยวไม่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการทดลองของเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ (ในหัวข้อ 4.1.1.6)

ความผิดปกติของกลิ่นและรสชาติ

คะแนนกลิ่นและรสชาติผิดปกติของมังคุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 คะแนนสูงแสดงว่ามีความผิดปกติมาก พบว่าคะแนนกลิ่นและรสชาติผิดปกติมีค่าที่ได้ค่อนข้างคงที่และเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยทั้งสองอุณหภูมิ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างก็พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างมังคุดที่ไม่ได้เคลือบและมังคุดที่เคลือบ สำหรับผลิตผลทั่วไปเมื่อเก็บรักษาในสภาพที่ขาดออกซิเจนหรือมีคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปส่งผลให้เกิดการสะสมแอลกอฮอล์ และ acetaldehyde ทำให้ผลผลิตมีอาการผิดปกติมีกลิ่นและรสชาติที่เปลี่ยนไป (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเก็บรักษาแบบบรรยากาศดัดแปลง แต่ในการทดลองนี้พบว่าการเคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามสูตรไม่มีผลให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติขึ้น

ความชอบ

ความชอบจากการประเมินหมายถึงความชอบโดยรวมจากผู้ประเมิน คะแนนความชอบที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 คะแนนสูงแสดงว่ามีชอบมาก พบว่าคะแนนความชอบทุกทรีทเมนต์มีค่าใกล้เคียงกันมาก ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติก็ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าทั้งมังคุดที่เคลือบและไม่ได้เคลือบการยอมรับของผู้บริโภคก็ยังเหมือนเดิม

จากการผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีการให้คะแนนทั้งหมดโดยรวมแล้วผู้บริโภคเห็นว่ามังคุดที่เคลือบมีลักษณะภายนอกที่น่าดึงดูดใจมากกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบ แต่มีรสชาติไม่แตกต่างกันระหว่างมังคุดที่ไม่ได้เคลือบและมังคุดที่เคลือบ

จากตารางสรุปการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทางจิตพิสัยกับการทดลองทางวัตถุพิสัย ของมังคุดทรีทเมนต์ต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 4.3) พบว่าการเคลือบสามารถเพิ่มความมันเงาสวยงาม น่ารับประทาน สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเหี่ยวของกลีบเลี้ยง ลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน โดยสารเคลือบ Lab-b ให้ความมันเงา และสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของมังคุดได้ดีที่สุด แต่ลดการสูญเสียน้ำหนักได้น้อยกว่าการเคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-a และ Teva สารเคลือบสูตร Lab-a สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของกลีบเลี้ยงได้ดีที่สุด และเมื่อพิจารณาผลจิตพิสัยของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่า การเคลือบทำให้ลักษณะภายนอกของมังคุดดีขึ้น แต่ทางด้านรสชาติไม่แตกต่างกันกับมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ และความชอบโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันระหว่างมังคุดที่เคลือบและไม่ได้เคลือบ

ผลการเก็บรักษามังคุดทรีทเมนต์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C (ตารางที่ 4.4) พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถเก็บรักษามังคุดได้นานกว่าที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 2 สัปดาห์ และการเคลือบสามารถเพิ่มความมันเงา ลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนได้ โดยสารเคลือบสูตร Lab-b มีความมันเงามากที่สุด สารเคลือบสูตร Lab-a ลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด ดีกว่าสารเคลือบ Teva และ Lab-b ตามลำดับ และลดการผลิตเอทิลีนได้มากกว่าสารเคลือบอีกสองสูตร ในแง่ของจิตพิสัยพบว่าการเคลือบเพิ่มความมันเงา และผู้บริโภคเห็นว่าสารเคลือบสูตร Lab-a และ Teva สามารถเพิ่มความสวยงามให้กับกลีบเลี้ยงและสีผิวผลของมังคุดด้วย

เมื่อพิจารณาผลการทดลองของการเคลือบด้วยสารเคลือบแต่ละชนิด พบว่าสารเคลือบสูตร Lab-a ให้ผลที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เคลือบมังคุดมากที่สุด ถึงแม้ว่าความมันเงาจะน้อยกว่าสูตร Lab-b แต่ Lab-b มีข้อเสียหลายประการคือ มีความเหนียวมาก และแสดงรอยคราบของสารเคลือบอย่างชัดเจน และไม่ช่วยชะลอการเหี่ยวของกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13^{0}C ซึ่งส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค แต่สูตร Lab-a สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก และสามารถชะลอการเหี่ยวของกลีบเลี้ยงได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าสารเคลือบสูตร Lab-a ให้ผลดีและเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ที่สุด

ตารางที่ 4.3 ผลเปรียบเทียบระหว่างวัตถุพิสัย และจิตพิสัยของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ และเคลือบด้วยสูตร Lab-a Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

วัตถุพิสัย	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4	จิตพิสัย	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
ความสว่าง	Lab-b	Lab-a และ Teva		Control	ความมันเงา	Lab-a Lab-b และ Teva			Control
สีกลีบเลี้ยง	Lab-a	Control Lab-b และ Teva			สีกลีบเลี้ยง	Lab-a Lab-b และ Teva			Control
สีผิวผล	Lab-b	Control Lab-b และ Teva			สีผิวผล	Lab-a Lab-b และ Teva			Control
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้	Control Lab-a Lab-b และ Teva				ความหวาน	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด	Control Lab-a Lab-b และ Teva				ความเปรี้ยว	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
การสูญเสียน้ำหนัก	Lab-a และ Teva		Lab-b	Control	กลิ่น	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
ความแข็งเปลือก	Lab-b	Control Lab-b และ Teva			กลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
อัตราการหายใจ	Lab-a Lab-b และ Teva			Control	ความชอบ	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
การผลิตเอทิลีน	Lab-a Lab-b และ Teva			Control					

หมายเหตุ ลำดับที่ 1 แสดงคุณภาพที่ดีที่สุด ลำดับที่ 4 แสดงคุณภาพที่ด้อยที่สุด

↔ แสดงคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4.4 ผลเปรียบเทียบระหว่างวัตถุพิสัย และจิตพิสัยของมังคุดเมื่อไม่ได้เคลือบ และเคลือบด้วยสูตร Lab-a Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ13 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

วัตถุพิสัย	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4	**จิตพิสัย**	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
ความสว่าง	Lab-b	Lab-a และ Teva		Control	ความมันเงา	Lab-a Lab-b และ Teva			Control
สีกลีบเลี้ยง	Control Lab-a Lab-b และ Teva				สีกลีบเลี้ยง	Lab-a และ Teva		Control และ Lab-b	
สีผิวผล	Control Lab-a Lab-b และ Teva				สีผิวผล	Lab-a และ Teva		Control และ Lab-b	
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้	Control Lab-a Lab-b และ Teva				ความหวาน	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด	Control Lab-a Lab-b และ Teva				ความเปรี้ยว	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
การสูญเสียน้ำหนัก	Lab-a	Teva	Lab-b	Control	กลิ่น	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
ความแข็งเปลือก	Control Lab-a Lab-b และ Teva				กลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
อัตราการหายใจ	Lab-a Lab-b และ Teva			Control	ความชอบ	Control Lab-a Lab-b และ Teva			
การผลิตเอทิลีน	Lab-a	Lab-b และ Teva		Control					

หมายเหตุ ลำดับที่ 1 แสดงคุณภาพที่ดีที่สุด ลำดับที่ 4 แสดงคุณภาพที่ด้อยที่สุด

←→ แสดงคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

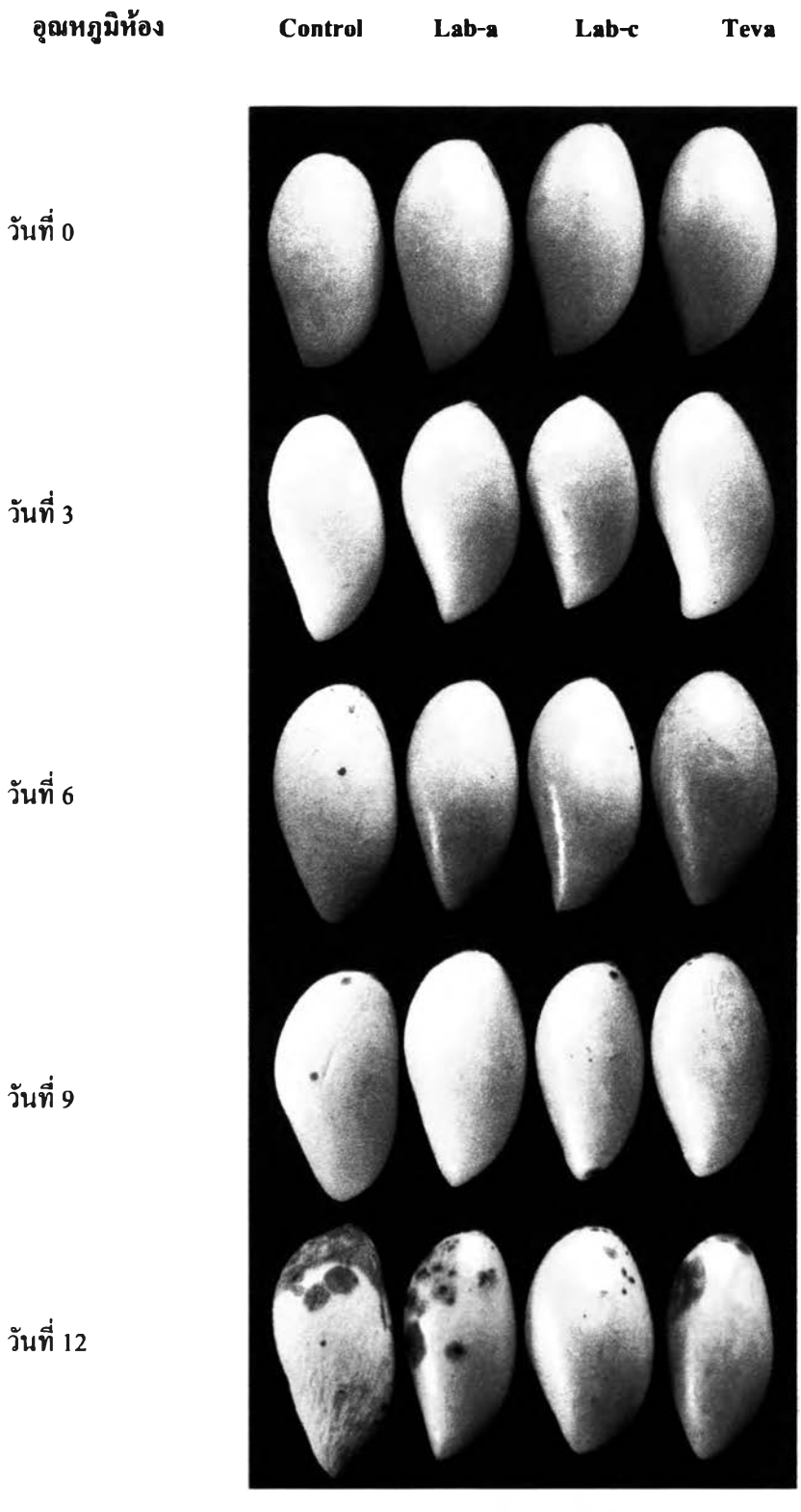
4.1.2 ประสิทธิภาพของสารเคลือบที่มีผลต่อมะม่วง

4.1.2.1 ลักษณะภายนอก

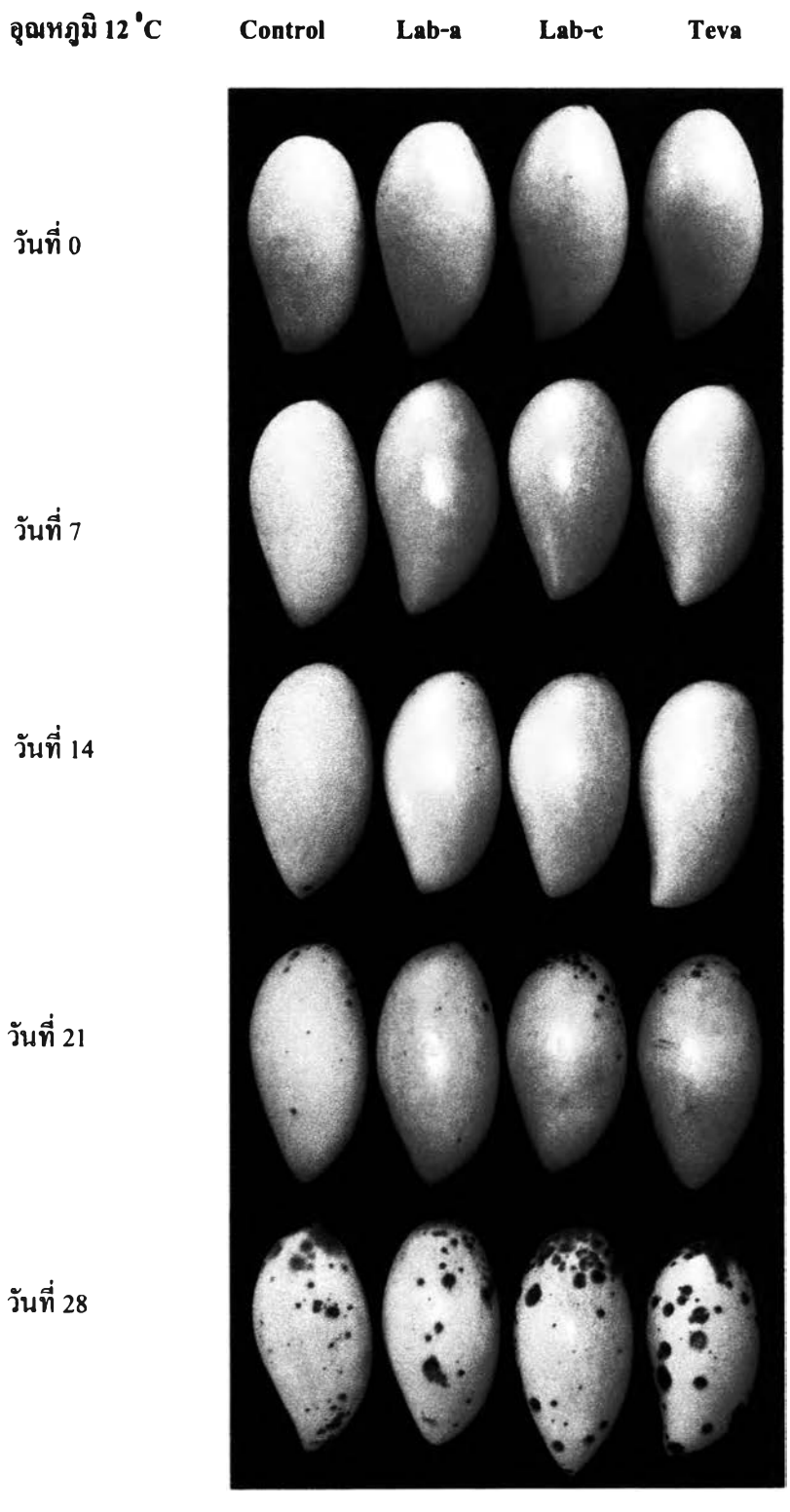
จากการทดลองใช้สารเคลือบผิวที่เตรียมได้จากห้องปฏิบัติการและสารเคลือบผิวทางการค้าที่มีองค์ประกอบหลักคือเชลแล็ก ลักษณะที่ปรากฏของผลมะม่วงพบว่าวันแรกที่ทำการทดลองมะม่วงที่เคลือบจะมีลักษณะมันเงาที่ผิวผลแตกต่างกันกับผลมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบอย่างชัดเจน แต่เมื่อเปรียบเทียบความมันเงาระหว่างของมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบคนละชนิดพบว่าจากการสังเกตด้วยตาไม่สามารถบอกความแตกต่างของมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่แตกต่างกันได้ เมื่อระยะเวลาผ่านไปมะม่วงที่เก็บรักษาไว้มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก โดยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ซึ่งหมายความว่ามะม่วงเข้าสู่กระบวนการสุก และในช่วงท้ายของการเก็บรักษาก็เกิดโรคแอนเทรคโนสขึ้นกับมะม่วงทุกทรีทเมนท์ เนื่องจากเมื่อมะม่วงสุกความเข้มข้นของสารพวก phenolic compound ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราจะลดลง ผลมะม่วงจึงมีความต้านทานโรคน้อยลง นอกจากนี้เมื่อสุกมะม่วงยังมีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ลดลง และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ดังนั้นผลมะม่วงจึงแสดงอาการของโรคมากขึ้นเมื่อผลสุก (วิจิตร วังใน, 2523 ; ชวาลา บุรณศิริ , 2530)

เมื่อเปรียบเทียบมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ทั้งสองสภาวะ ก็พบว่าให้ผลที่คล้ายคลึงกัน เพียงแต่มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะเกิดกระบวนการสุกและการเสื่อมสลายเร็วกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงกว่าอัตราการเกิดเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ของผลไม้ก็เกิดได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (สายชล เกตุษา, 2531) ดังนั้นที่อุณหภูมิห้องมะม่วงจึงสุกและหมดสภาพก่อนมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ที่อุณหภูมิห้องจะสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่ามะม่วงมีลักษณะเหี่ยวเกิดขึ้น(ซึ่งสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำหนักในหัวข้อถัดไป) สาเหตุเกิดจากคายน้ำซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Pantastico et al., 1984) การคายน้ำจะเกิดขึ้นมากที่อุณหภูมิสูงซึ่งจากการทดลองจะเห็นได้ชัดว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูงไม่เกิดการเหี่ยวของผิวผล นอกจากนี้การเคลือบผิวด้วยเชลแล็กก็สามารถยับยั้งการคายน้ำได้

จากรูปมะม่วงที่วันที่ 12 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และวันที่ 28 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C มะม่วงเกิดโรคแอนเทรคโนสอย่างมาก ทั้งผลที่เคลือบและผลที่ไม่ได้เคลือบ ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากคุณภาพและการสะสมโรคในมะม่วงซึ่งออกดอกในช่วงปลายฤดูฝน (ทำการทดลองระหว่างวันที่ 10 ธ.ค. 48 ถึง 10 ม.ค. 49) ทำให้อธิบายได้ว่าคุณภาพเริ่มต้นของมะม่วงมีผลต่อการเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำ การเคลือบไม่สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสุก และการเกิดโรคได้



รูปที่ 4.23 ลักษณะภายนอกของมะม่วงหลังการเคลือบด้วยสารเคลือบสูตรต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 วัน



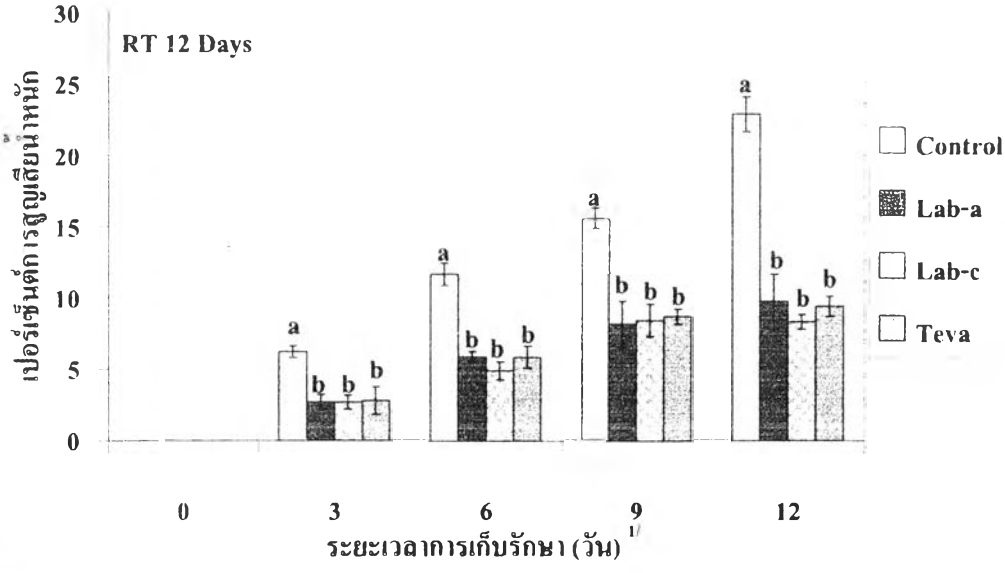
รูปที่ 4.24 ลักษณะภายนอกของมะม่วงหลังการเคลือบด้วยสารเคลือบสูตรต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12^0C นาน 28 วัน

4.1.2.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

จากผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไปการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงทุกทรีทเมนต์มีค่าเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.25 และ 4.26) โดยอัตราการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C (ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2%) น้อยกว่าอัตราการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5%) มะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-a Lab-c และ Teva ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.51 2.49 2.47 และ 2.47 เปอร์เซ็นต์ต่อวันตามลำดับ ส่วนมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-a Lab-c และ Teva ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.99 1.03 1.03 และ 1.40 เปอร์เซ็นต์ต่อวันตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทุกทรีทเมนต์ เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียน้ำในผลิตผล ดังนั้นที่อุณหภูมิต่ำซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าที่อุณหภูมิห้อง น้ำจึงเคลื่อนย้ายออกจากผลิตผลได้น้อยกว่า (ทนง ภัครัชพันธุ์, 2526) และการเคลือบผิวผลมะม่วงช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนักในขณะเก็บรักษาได้ดีกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำอย่างเดียว

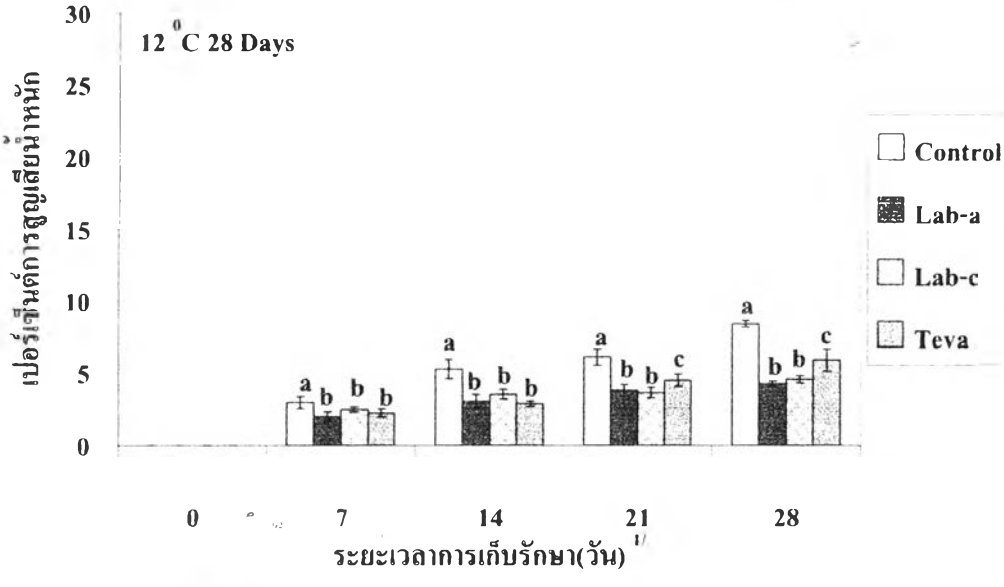
มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทุกทรีทเมนต์มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามสูตร (Lab-a Lab-c และ Teva) มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามสูตรพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าการเคลือบสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ และสารเคลือบแต่ละสูตรสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ไม่แตกต่างกัน

การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C (รูปที่ 4.26) ก็เช่นเดียวกัน มะม่วงที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเคลือบใดๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ ๆ พบว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทุกสูตรไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการเคลือบสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงได้ แต่สารเคลือบแต่ละสูตรไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับผลการทดลองของมะม่วงทุกทรีทเมนต์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 4.25 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.26 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

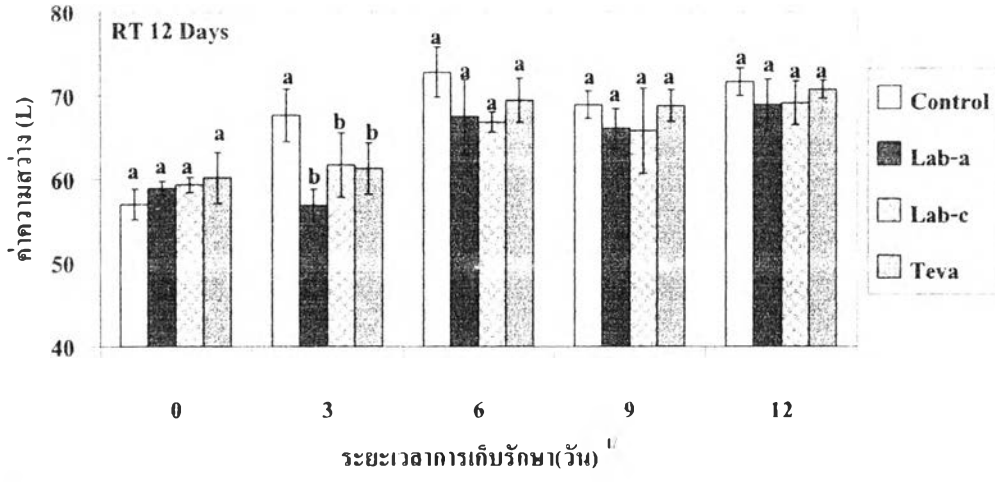
1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.2.3 สี

สีเปลือกมะม่วง

สีเป็นการเปลี่ยนแปลงของผักและผลไม้ในระหว่างการสุกที่เห็นได้ชัด โดยส่วนมากแล้วเมื่อผลิตผลถูกเก็บเกี่ยวมาแล้วมักมีการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงสีผิวผลอาจเกิดจากการทำลายเม็ดสีเดิมเพียงอย่างเดียวหรือสร้างเม็ดสีใหม่ขึ้นแทนเม็ดสีเดิม (Leopole and Kriedeman, 1975) โดยการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงขณะผลเริ่มแก่นั้นแตกต่างกันไปตามลักษณะประจำพันธุ์ การเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองในผลไม้แทบทุกชนิด ส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงสามารถทำโดยใช้เครื่องมือ Colormeter รายงานผลเป็นค่า L a และ b จากผลการทดลอง (รูปที่ 4.27-4.32) แสดงผลการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 12 ^{0}C เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าความสว่าง (L) และค่าความเป็นสีเหลือง (b) เพิ่มขึ้น แต่ค่าความเป็นสีเขียว (-a) ลดลง เนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และการสร้างรงควัตถุสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 สภาวะที่ทำการเก็บรักษาพบว่าอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสังเคราะห์รงควัตถุในมะม่วง (John et al., 1970) และเอนไซม์ chlorophylase ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของคลอโรฟิลล์มีกิจกรรมน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง (Will et al., 1981)

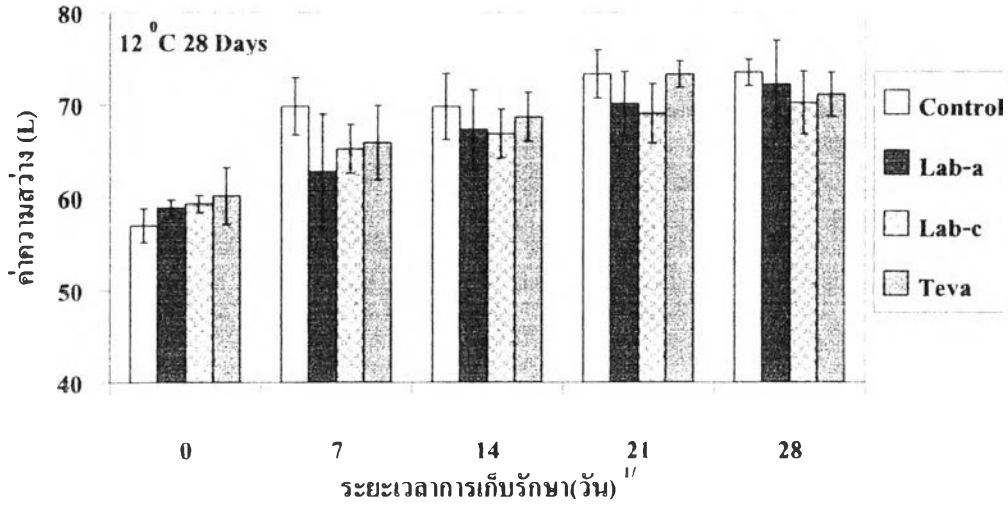
ผลการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.27 4.29 และ 4.31) พบว่าค่าความสว่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เพียงวันเดียวคือในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ พบว่าค่าความสว่างของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีความแตกต่างกับมะม่วงที่เคลือบ แต่มะม่วงที่เคลือบทุกสูตรไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความเป็นสีเขียวความแตกต่างกันในวันที่ 3 6 9 และ 12 เมื่อใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ พบว่าในวันที่ 3 ความเป็นสีเขียวของมะม่วงที่เคลือบทุกทรีทเมนต์มีค่ามากกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ และในวันที่ 9 และ 12 พบว่าค่าความเป็นสีเขียวของมะม่วงที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Lab-c แตกต่างกับมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบและมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้า (Teva) และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความเป็นสีเหลืองพบว่ามีเพียงวันที่ 6 ของการเก็บรักษาที่สีเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยความเป็นสีเหลืองของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบและมะม่วงที่เคลือบด้วยสูตร Teva มีค่าสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Lab-c อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจากผลการทดลองแสดงว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-a และ Lab-c สามารถชะลอการลดลงของสีเขียวของเปลือกมะม่วงได้ และสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของสีเหลืองได้ในระยะแรก ส่วนค่าความสว่างที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองซึ่งสีเหลืองมีความสว่างมากกว่าสีเขียว ดังนั้นค่าความสว่างจึงมีค่ามากขึ้นตามค่าความเป็นสีเหลืองที่มากขึ้น



รูปที่ 4.27 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

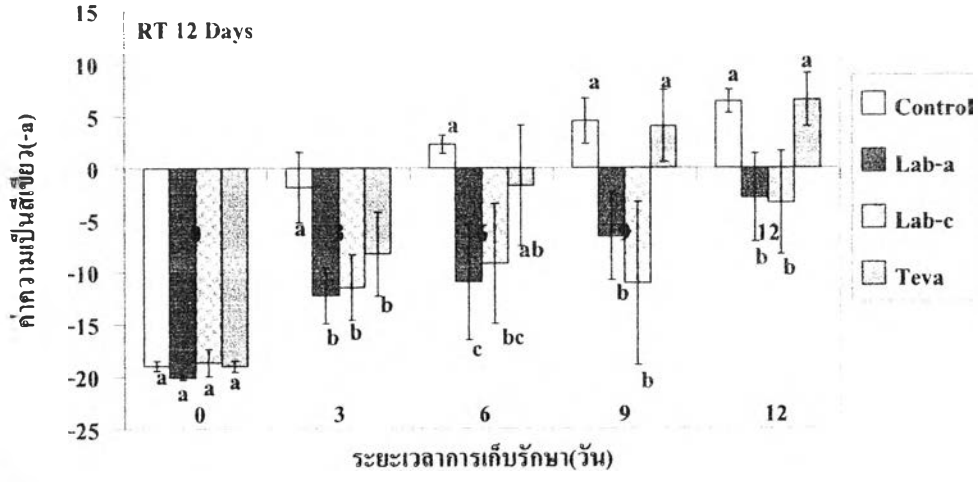
ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



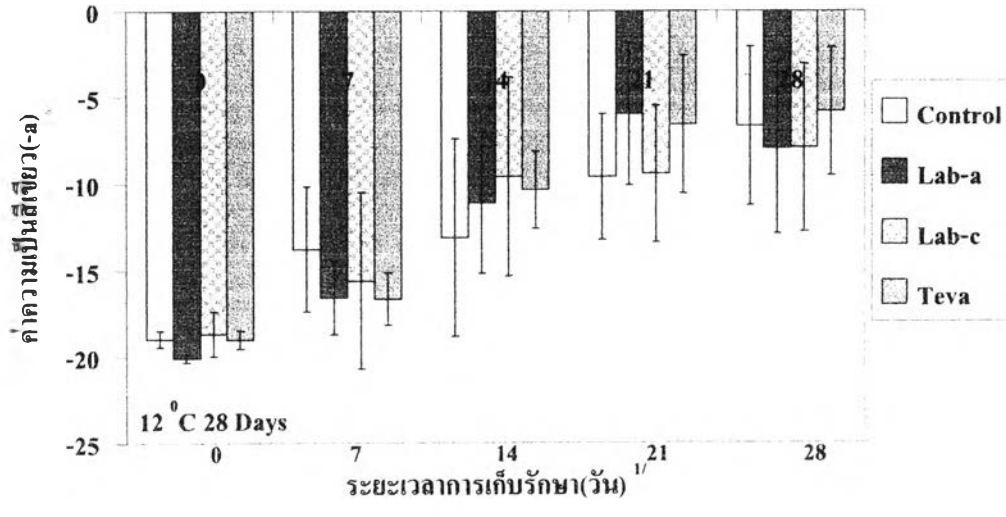
รูปที่ 4.28 ค่าความสว่างของเปลือกมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

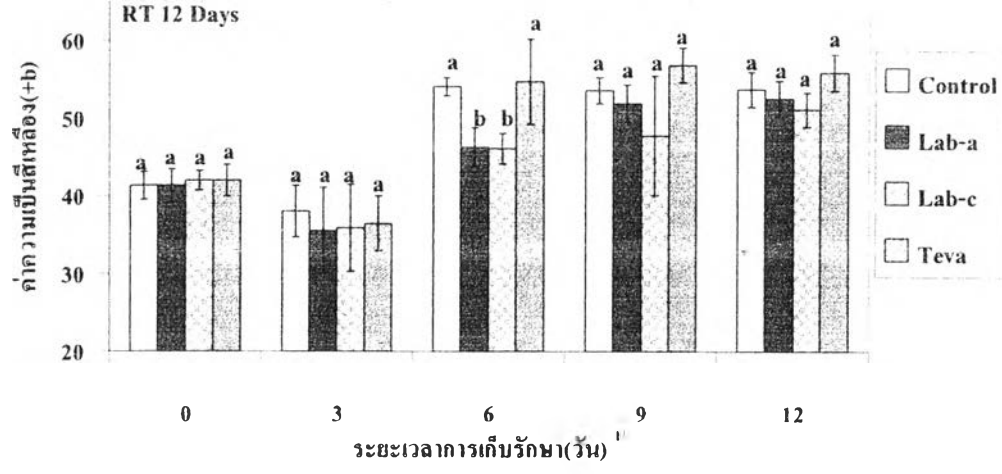
ไม่มีตัวอักษร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)



รูปที่ 4.29 ค่าความเป็นสีเขียวของเปลือกมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน
1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



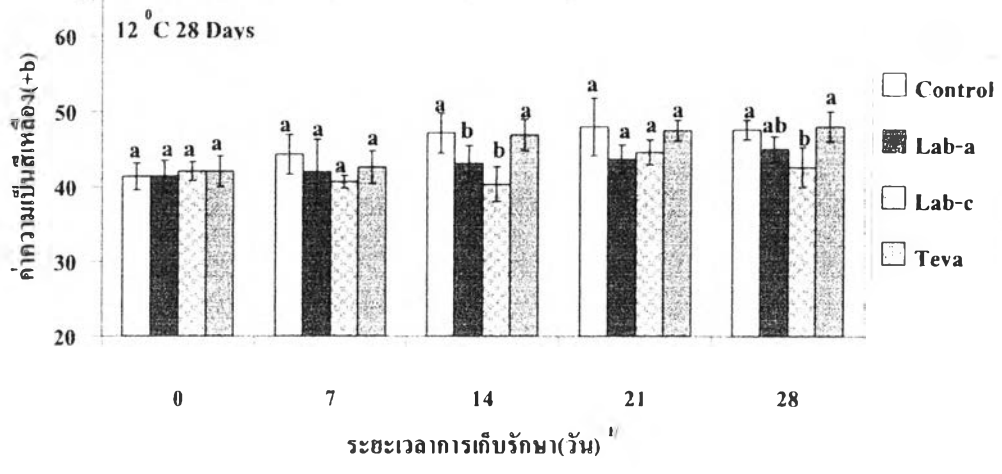
รูปที่ 4.30 ค่าความเป็นสีเขียวของเปลือกมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน
1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)



รูปที่ 4.31 ค่าความเป็นสีเหลืองเปลือกของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.32 ค่าความเป็นสีเหลืองเปลือกของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

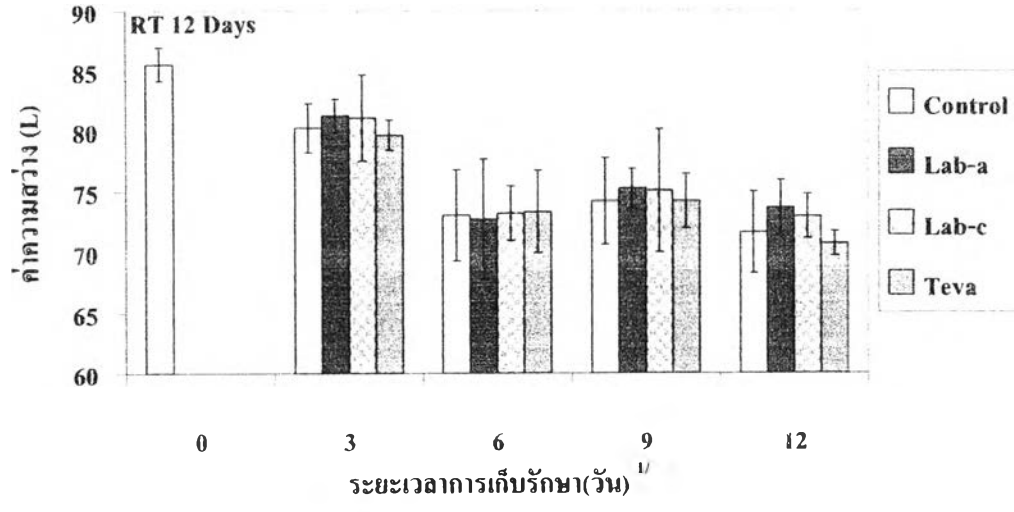
ผลการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 12 ^{0}C (รูปที่ 4.28 4.30 และ 4.32) ค่าความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบจะมีค่าความสว่างมากกว่าทรีทเมนต์ที่เคลือบแต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามะม่วงทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับค่าความเป็นสีเขียวที่มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าความเป็นสีเหลืองพบว่ามีเพียงวันที่ 14 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C ที่ค่าความเป็นสีเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งความเป็นสีเหลืองของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบและมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้า (Teva) มีค่ามากกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a และ Lab-c อย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดลองแสดงว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-a และ Lab-c สามารถชะลอการเพิ่มของสีเหลืองได้ระยะหนึ่ง (ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา) เนื่องจากสารที่ใช้เคลือบผิวป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซ มีการสะสมของคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ซึ่งชะลอการทำงานของเอทิลีนในการทำให้ผลไม้สุก เป็นผลให้การเปลี่ยนสีเปลือกช้า (สายชล เกตุษา, 2530) ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการทดลองของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพียงแต่ที่อุณหภูมิห้องจะเห็นความแตกต่างชัดเจนกว่า เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้กระบวนการทางชีวเคมีของผลไม้เกิดขึ้นรวดเร็วกว่า (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)

สีเนื้อ

สีเนื้อของมะม่วงทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงจากสีขาวขุ่นที่มีค่าความสว่างมากเป็นสีขาวอมเหลือง (สีเหลืองอ่อน) จากนั้นเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองเข้มตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.33-4.38) ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์รงควัตถุสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น (John et al., 1970) โดยมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเร็วกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C เนื่องจากอุณหภูมิต่ำชะลอการสังเคราะห์รงควัตถุได้ (John et al., 1970)

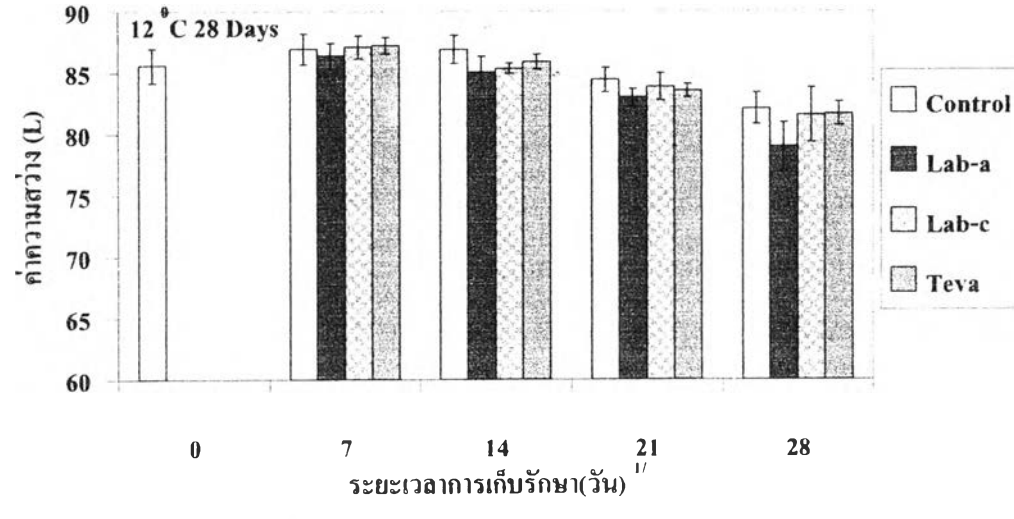
ผลการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเขียวลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และค่าความเป็นสีเหลืองมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่าค่าความสว่างของมะม่วงทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าความเป็นสีเขียวพบว่ามีเพียงวันที่ 3 ของการเก็บรักษาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ค่าสีเขียวของมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Teva มีค่าน้อยที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับมะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a และ Lab-c แต่ไม่แตกต่างกับมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ ส่วนมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบและมะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a และ Lab-cไม่แตกต่างกัน ส่วนความเป็นสีเหลืองพบว่ามีเพียงวันที่ 3 ที่ความเป็นสีเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ มะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a และมะม่วงที่เคลือบด้วย Teva ไม่แตกต่างกัน แต่มะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-c มีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ และมะม่วงที่เคลือบด้วย Teva แต่ไม่แตกต่างกับมะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a แสดงว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-c สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกได้ในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C สีเนื้อของมะม่วงมีความเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (รูปที่ 4.34 4.36 และ 4.38) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติพบคล้ายคลึงกับผลการทดลองกับมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง คือมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตร Lab-c สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วงได้ในช่วง 7 วันแรกของระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากผลมะม่วงที่ผ่านการเคลือบจะเสมือนอยู่ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงคือมีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปกติเนื่องจากการหายใจในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์ชะลอการสุกของผลไม้ (Smoke, 1970) จึงชะลอกระบวนการสังเคราะห์ รงควัตถุ ทำให้ปริมาณรงควัตถุที่สังเคราะห์ขึ้นน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบด้วยสารเคลือบใดๆ



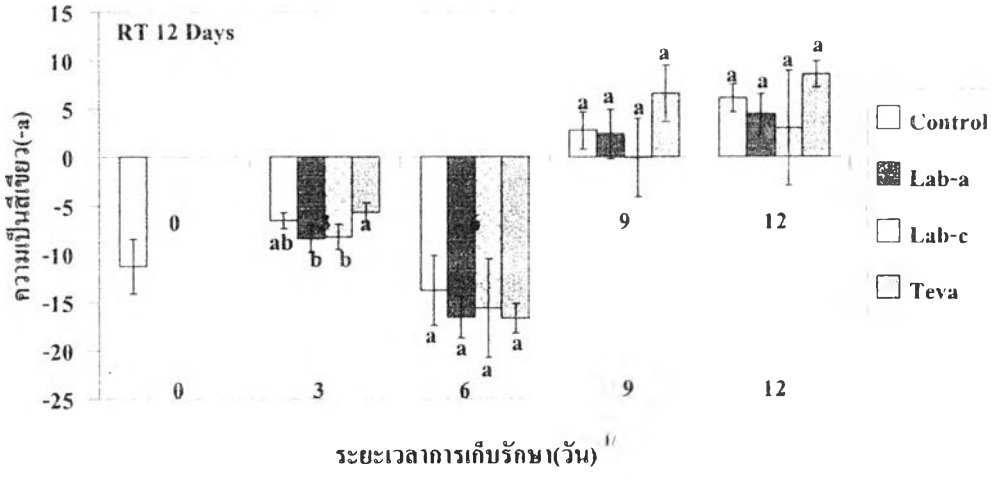
รูปที่ 4.33 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)



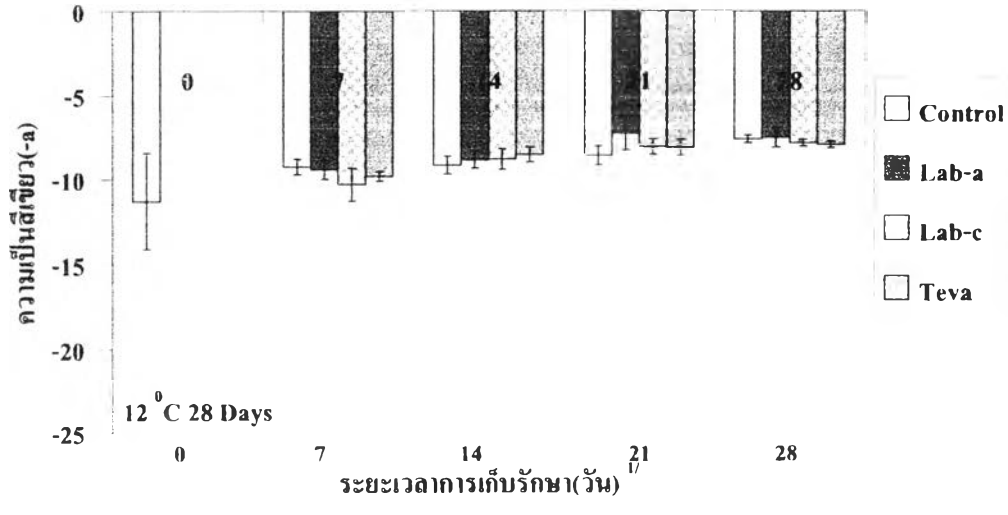
รูปที่ 4.34 ค่าความสว่างของเนื้อมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)



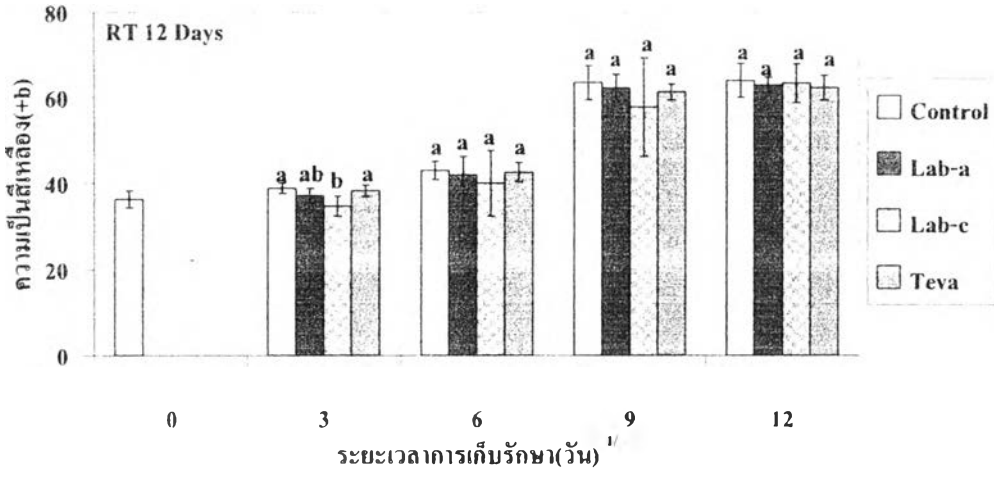
รูปที่ 4.35 ค่าความเป็นสีเขียวของเนื้อมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.36 ค่าความเป็นสีเขียวของเนื้อมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

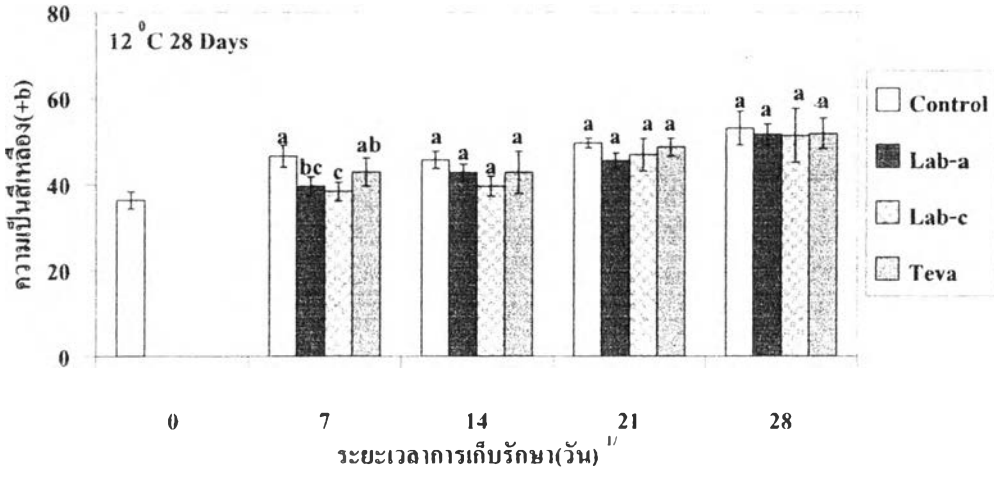
1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$)



รูปที่ 4.37 ค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.38 ค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

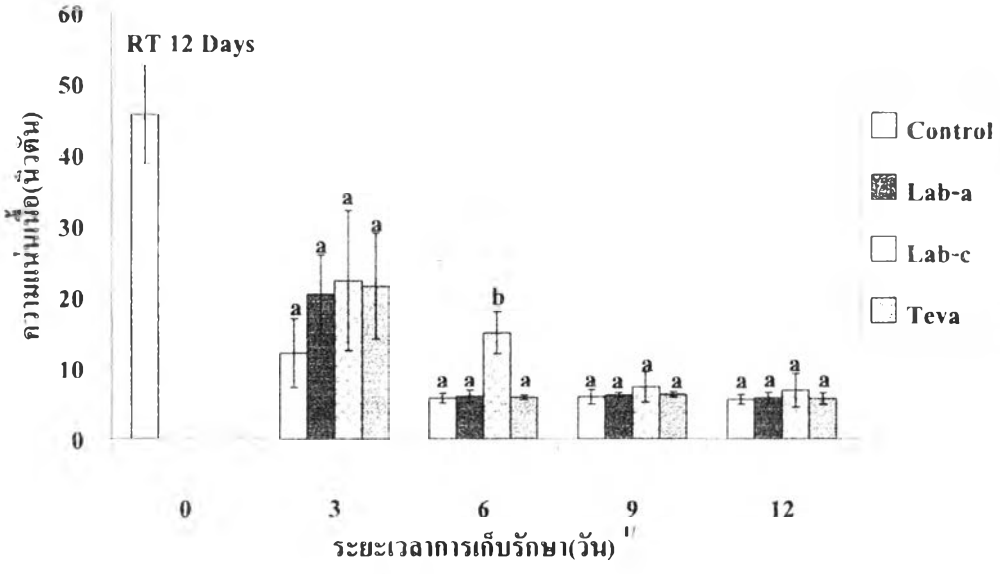
ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.2.4 ความแน่นเนื้อ

มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C มีความแน่นเนื้อลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C มีความแน่นเนื้อลดลงช้ากว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการอ่อนตัวของผลมะม่วง ได้แก่ เพกตินเนส (pectinase) เพกตินเอสเทอเรส (pectinesterase) และพอลิกาแลคตูโรเนส (polygalacturonase) (Roe and Bruemmer, 1981) มีกิจกรรมน้อยภายใต้อุณหภูมิต่ำ ทำให้มีการชะลอการเปลี่ยนแปลงสารประกอบพวกเพกตินซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ (protopectin) ไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ (pectinic acid) ช้าลง ผนังเซลล์ยังคงยึดตัวแน่นอยู่ได้

มะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.39) แล้วเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในช่วงวันที่ 9-12 ของการเก็บรักษา (รายละเอียดของผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.28) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่ามีเพียงวันที่ 6 ของการทดลองที่ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกัน มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-c มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่ามะม่วงทรีทเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนในวันต่อมาคือวันที่ 9 และ 12 ของการเก็บรักษาพบว่าค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-c มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่ามะม่วงทรีทเมนต์อื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-c สามารถชะลอการลดลงการแน่นเนื้อของมะม่วงได้ในระยะแรกของการเก็บรักษา (6 วัน) โดยที่มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบอีกสองสูตรมีการลดลงของความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

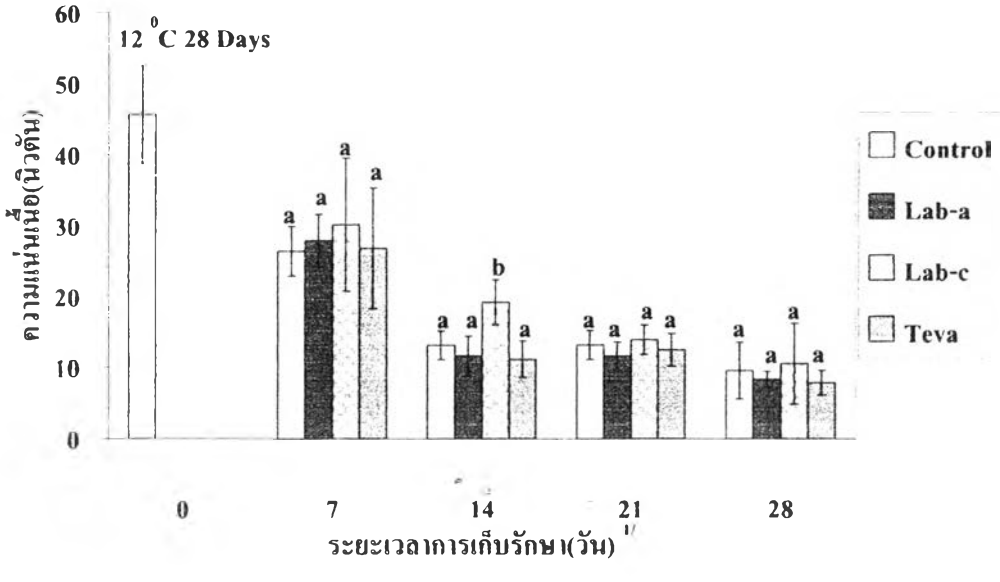
จากการทดลองความแน่นเนื้อของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C (รูปที่ 4.40) พบว่ามีผลการทดลองคล้ายกับความแน่นเนื้อของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง คือมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-c สามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อของมะม่วงได้ถึงวันที่ 14 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อเป็นผลเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ การสูญเสียน้ำภายในผลิตผล และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแป้งซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก ทั้งหมดนี้ทำให้ความแน่นเนื้อลดลง การเคลือบสามารถลดการสูญเสียน้ำ จำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ ชะลอการสุกของผลไม้เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการทำงานและการสร้างเอทิลีน (สายชล เกตุษา, 2530 ; จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) การเคลือบจึงสามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อได้



รูปที่ 4.39 ความแน่นเนื้อของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.40 ความแน่นเนื้อของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

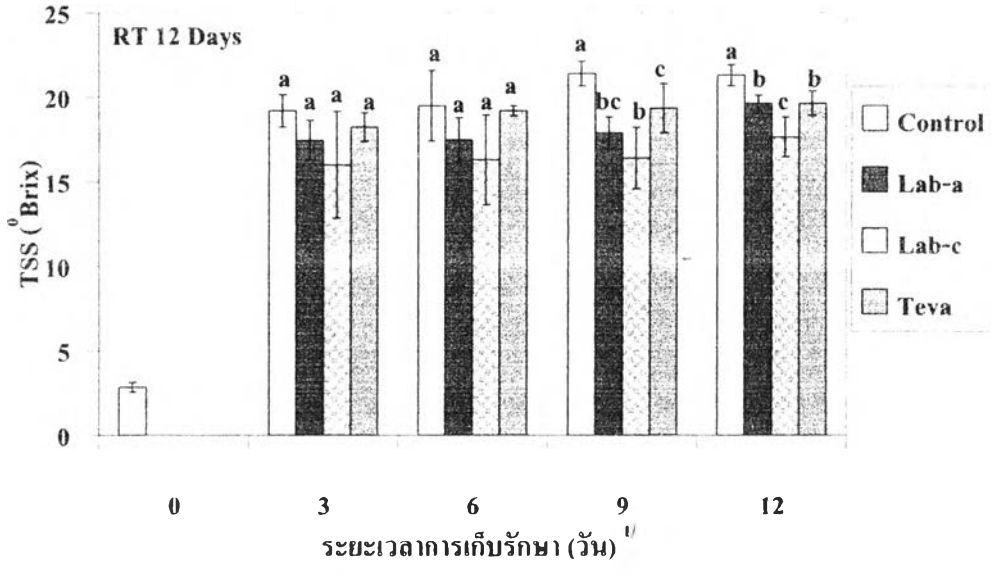
ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.2.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS)

ผลมะม่วงเป็นผลไม้พวก climacteric fruit เมื่อผลเกิดกระบวนการสุกขึ้น มีการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล แป้งที่สะสมถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโดยการย่อยสลายของเอนไซม์ amylase (สายชล เกตุษา, 2530) โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเร็วกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงเอนไซม์มีกิจกรรมเพิ่มขึ้น

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.41) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา เนื่องมาจากกระบวนการสุกของมะม่วง โดยเฉพาะในมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีค่า TSS เพิ่มขึ้นจาก 2.86 เป็น 19.20 องศาบริกซ์ภายใน 3 วันแรกของการทดลอง หลังจากนั้นค่า TSS ของมะม่วงทุกทรีทเมนต์มีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของมะม่วงที่ทำการทดลองพบว่า วันที่ 9 และ 12 TSS ของมะม่วงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบจะมีค่า TSS มากกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามชนิด และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 12) ก็ยังพบว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีค่า TSS สูงกว่ามะม่วงที่เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 3 สูตร พบว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตร Lab-c มีค่า TSS ต่ำกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-a และ Teva แสดงว่าการเคลือบสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลในมะม่วงได้ โดยสารเคลือบสูตร Lab-c สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลจากกระบวนการสุกได้ดีที่สุด เนื่องจากการเคลือบผิวมะม่วงเป็นตัวจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างผลมะม่วงกับบรรยากาศรอบๆ ผล ทำให้มีอัตราการหายใจน้อย (สายชล เกตุษา, 2531) การสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลที่เพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ลดลง ซึ่งมีผลต่อการสร้างและการทำงานของเอทิลีน ทำให้การสุกของผลช้าลง การเปลี่ยนแปลง TSS จึงเกิดได้ช้ากว่า

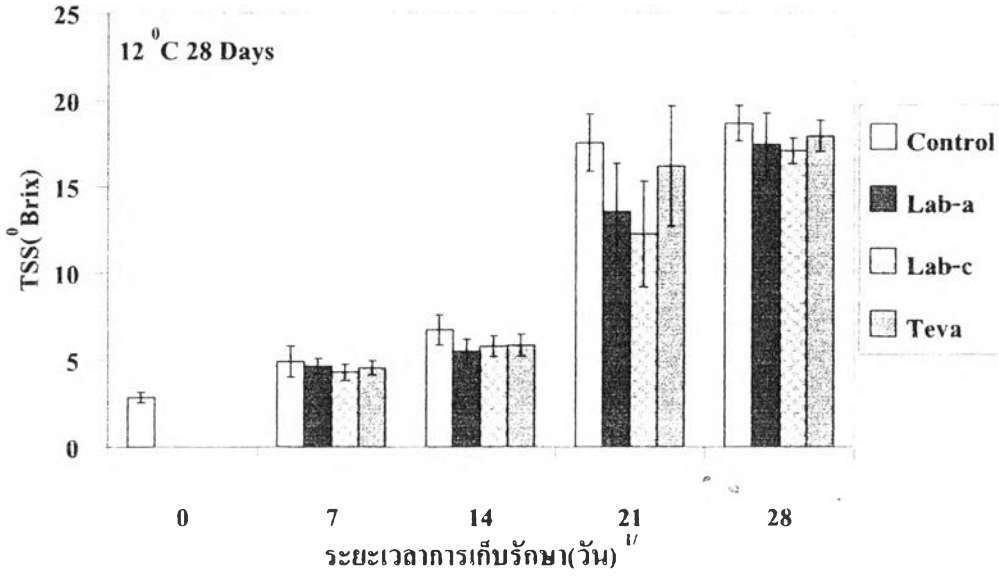
TSS ของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ มะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a Lab-c และ Teva มีค่า TSS เท่ากับ 18.7 17.45 17.10 และ 17.95 องศาบริกซ์ตามลำดับ สังเกตได้ว่า TSS ของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีค่าสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบ แต่เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่าสำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C การเคลือบด้วยสารเคลือบที่ทำการทดลองทั้งสามสูตรไม่มีผลต่อ TSS ของมะม่วง



รูปที่ 4.41 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.42 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

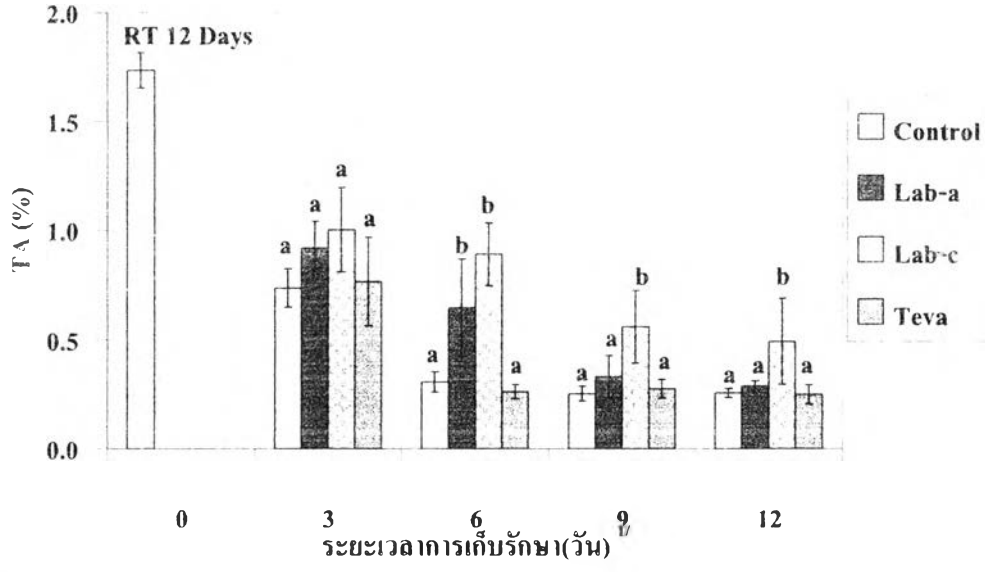
ไม่มีตัวอักษรหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.2.6 เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้

มะม่วงทุกทรีทเมนต์มีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป(รูปที่ 4.43 และ 4.44) โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตลดลงอย่างรวดเร็วกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงอัตราการหายใจของผลมากกว่า กรดถูกใช้เป็น substrate สำหรับการหายใจ และการสร้างน้ำตาลมากกว่า (Wills et al., 1981)

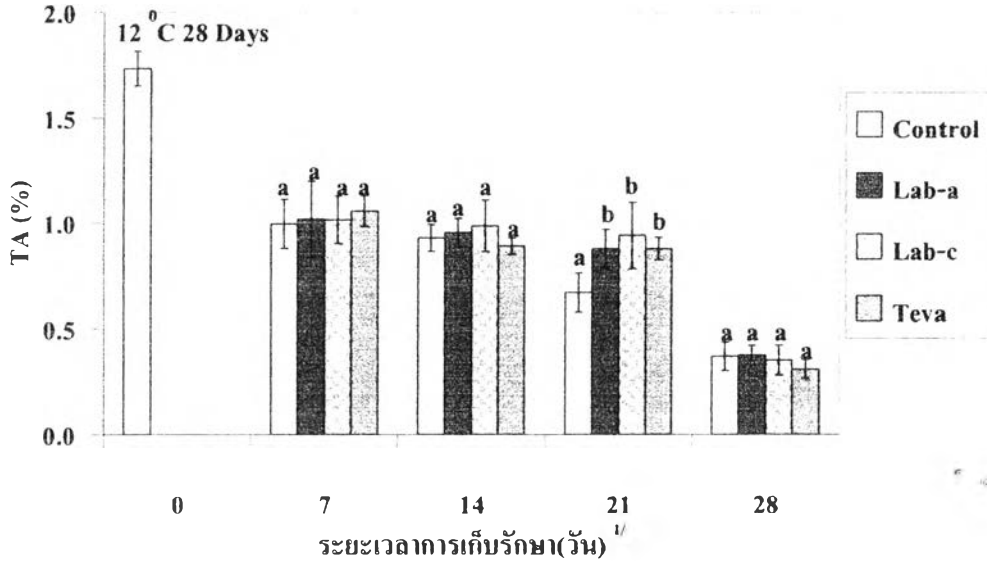
ที่อุณหภูมิห้อง เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีค่าต่ำกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ (รูปที่ 4.43) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่าวันที่ 6 9 และ 12 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างกัน โดยวันที่ 6 มะม่วงที่ไม่ได้เคลือบและมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Teva มีความแตกต่างกับมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-a และ Lab-c และในวันที่ 9 และ 12 มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ Lab-c มีค่าเปอร์เซ็นกรดที่ไทเทรตได้มากกว่ามะม่วงทรีทเมนต์อื่น แสดงว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-c สามารถชะลอการลดลงของปริมาณกรดได้ โดยที่ Lab-c สามารถชะลอการลดลงของกรดได้ดีกว่า Lab-a แต่สารเคลือบ Teva ไม่สามารถชะลอการลดลงของปริมาณกรดได้เลย

ผลการทดลองของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C (รูปที่ 4.44) ค่าเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงแต่ละทรีทเมนต์ลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไปและมีค่าใกล้เคียงกัน มีเพียงหนึ่งวันที่แต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือวันที่ 21 ของการเก็บรักษา โดยมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบจะมีค่าเปอร์เซ็นต์กรดที่ต่ำกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบสามารถชะลอการลดลงของกรดของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C ได้เล็กน้อย ซึ่งเห็นผลความแตกต่างเพียงวันเดียวคือวันที่ 21 ของการเก็บรักษา เนื่องจากการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลที่เพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ลดลง การหายใจน้อยและการสุกของผลช้าลง การสะสมของกรดในผลจึงยังมีอยู่มาก



รูปที่ 4.43 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.44 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 12 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

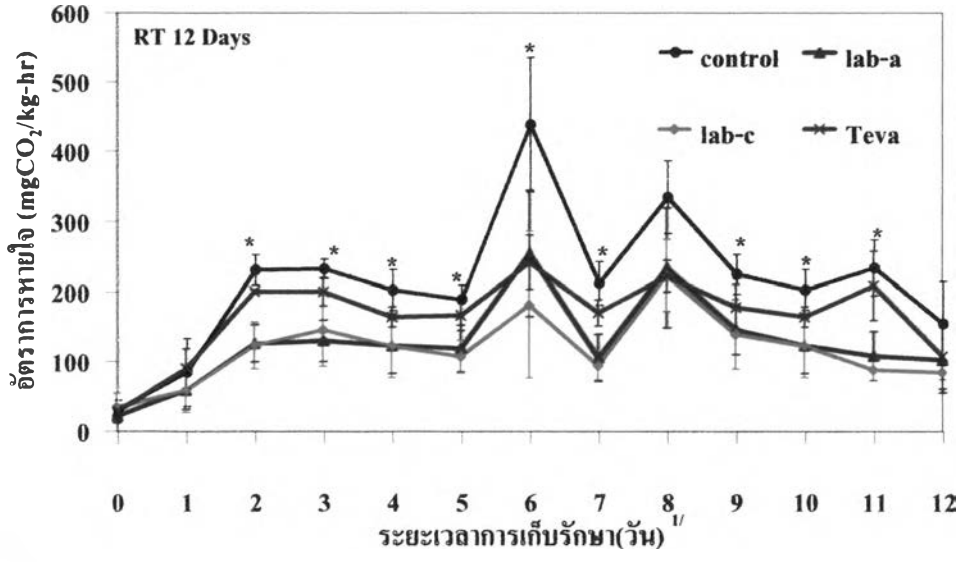
4.1.2.7 อัตราการหายใจ

มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) ลักษณะเด่นที่สำคัญของผลไม้ประเภทนี้คือ มีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้นขณะที่ผลไม้เริ่มสุก ลักษณะการหายใจที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดก่อนหรือหลังกระบวนการสุกก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้

การวัดอัตราการหายใจของมะม่วงที่ทำการทดลองทำได้โดยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มะม่วงผลิตขึ้น โดยอัตราการหายใจของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C ต่ำกว่ามังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.45 และ 4.46) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 100 ถึง 250 mgCO_2/kg-hr ส่วนมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 30 ถึง 100 mgCO_2/kg-hr เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการหายใจ ยับยั้งการสร้างเอทิลีน และชะลอการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลได้ แต่มะม่วงที่เก็บรักษาทั้งสองสภาวะต่างมีอัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาเหมือนกัน ซึ่งหมายความว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้อัตราการหายในต่ำลงแต่ไม่มีผลกับรูปแบบอัตราการหายใจแบบไคลแมคเทอริค (climacteric respiration pattern) ของมะม่วงน้ำดอกไม้ ซึ่งรูปแบบการหายใจและการสุกของมะม่วงจะแตกต่างกันไปขึ้นกับพันธุ์ของมะม่วง สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศที่มะม่วงเจริญเติบโต (Krishnamurth and Subramanyam, 1970)

มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการหายใจสูงสุดในวันที่ 6 โดยอัตราการหายใจของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ มะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a Lab-c และ Teva เท่ากับ 438.19 255.22 182.25 และ 242.63 mgCO_2/kg-hr ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีอัตราการหายใจสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามสูตร แต่ระหว่างมะม่วงที่เคลือบเหมือนกันพบว่าไม่ความแตกต่างกัน

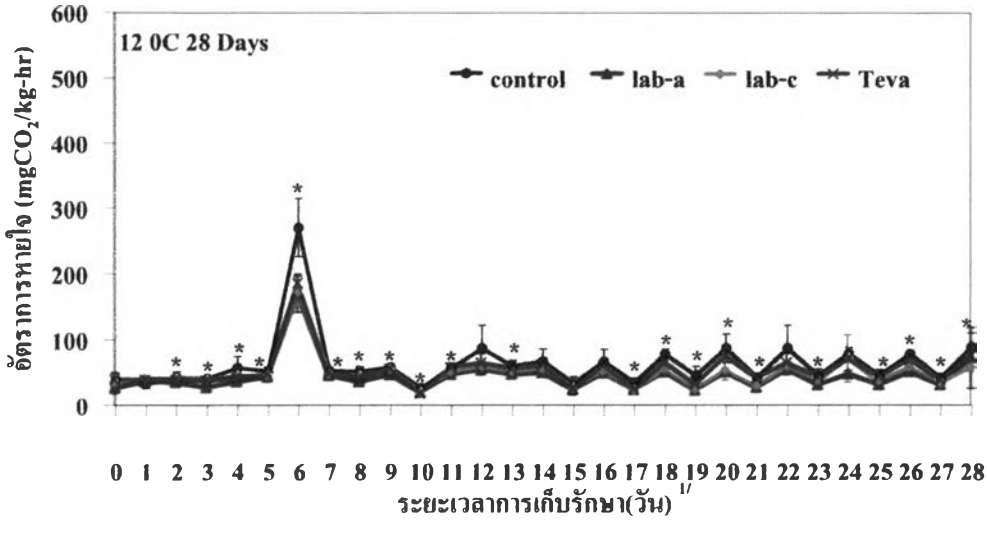
อัตราการหายใจมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C ก็ให้ผลการทดลองที่คล้ายคลึงกัน แต่เนื่องจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้อัตราการหายใจต่ำกว่าที่อุณหภูมิสูงจึงเก็บรักษาได้นานกว่า โดยอัตราการหายใจวันที่ 6 ของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ มะม่วงที่เคลือบด้วย Lab-a Lab-c และ Teva มีค่าเท่ากับ 43.74 19.54 27.50 และ 13.19 mgCO_2/kg-hr ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติก็พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีอัตราการหายใจสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามสูตร แต่ระหว่างทรีทเมนต์ที่เคลือบเหมือนกันพบว่าไม่ความแตกต่างกัน แสดงว่าการเคลือบสามารถลดอัตราการหายใจของมะม่วงได้ ซึ่งการลดอัตราการหายใจได้ก็อาจสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้ เนื่องจากผลมะม่วงที่มีอัตราการหายใจสูงจะเก็บรักษาได้ไม่นานเพราะมีการใช้สารอาหารสะสมมาก ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพได้เร็ว (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ, 2526)



รูปที่ 4.45 อัตราการหายใจของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.46 อัตราการหายใจของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

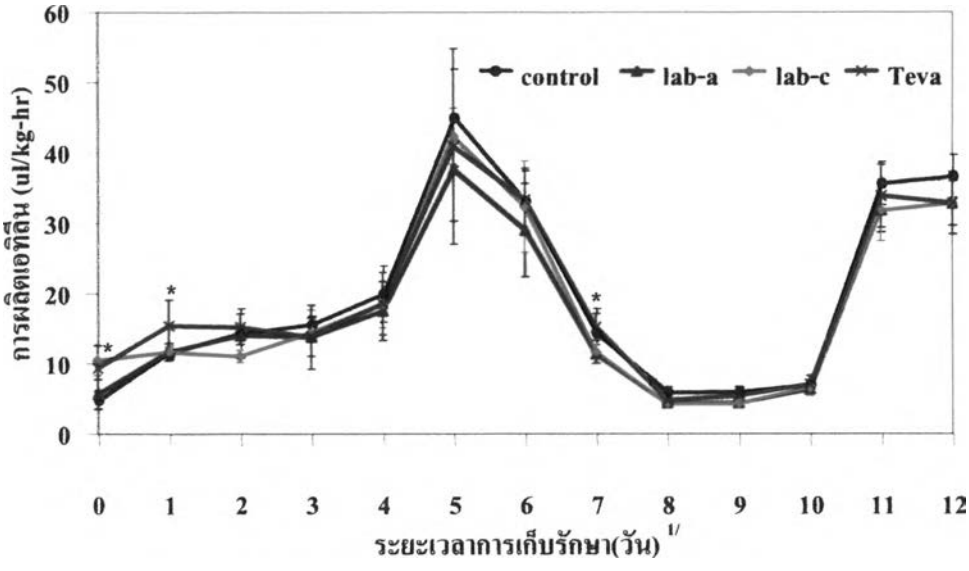
สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุมาลี ตันสิริยากุล (2530) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของผลมะม่วงว่ามีสาเหตุมาจากสองปัจจัยหลัก คือ การสุกของผล และการเน่าของผลอันเนื่องมาจากการทำลายของโรคและแมลง การสุกของผลเป็นขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการต่าง ๆ หลายกระบวนการ แต่ที่สำคัญและมีผลโดยตรงต่อการนำไปสู่การเสื่อมสภาพของผลคืออัตราการหายใจและการคายน้ำ โดยปกติผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำจะมีการเสื่อมสภาพของผลช้ากว่าผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงกว่า ดังนั้นการทำให้ผลไม้มีอัตราการหายใจต่ำอยู่เสมอน่าจะสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลได้

4.1.2.8 การผลิตเอทิลีน

เอทิลีนคือฮอร์โมนพืชที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว โดยปกติปริมาณการผลิตเอทิลีนในผลจะน้อย แต่เมื่อผลไม้สุกหรือเมื่อผลไม้ถูกกระทบกระเทือน จะเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้น และเอทิลีนจะไปกระตุ้นกระบวนการต่างๆ ให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มะม่วงจัดเป็นผลไม้ที่มีการผลิตเอทิลีนอยู่ในระดับปานกลาง (1-10 ไมโครลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 20 ^{0}C) เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ประเภท climacteric อื่นๆ และมีรูปแบบการผลิตเอทิลีนคล้ายคลึงกับอัตราการหายใจมาก (Kader, 1985)

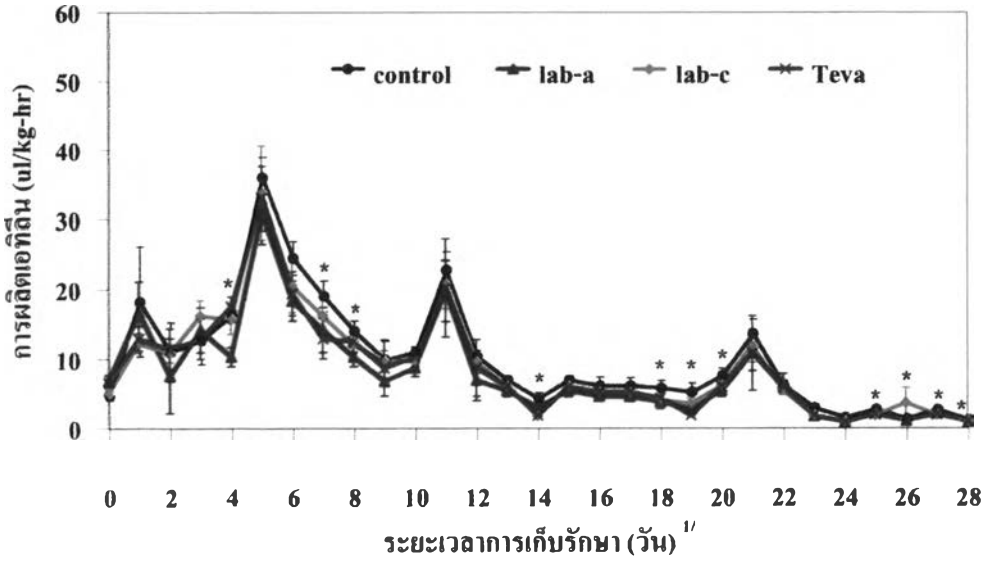
การผลิตเอทิลีนของมะม่วงทุกทรีทเมนต์มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงสุดในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา มะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้ อัตราการผลิตเอทิลีนของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (รูปที่ 4.47) มะม่วงที่ไม่ได้เคลือบมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบ แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการเคลือบสามารถลดอัตราการหายใจแต่ไม่สามารถลดอัตราการผลิตเอทิลีนมะม่วงได้ ซึ่งเมื่อพิจารณาอัตราการผลิตเอทิลีนของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C ก็พบว่าให้ผลการทดลองที่คล้ายคลึงกับมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง คือการผลิตเอทิลีนจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.48) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าการเคลือบสามารถลดอัตราการหายใจแต่ไม่สามารถลดอัตราการผลิต เอทิลีนมะม่วงได้



รูปที่ 4.47 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4.48 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ เคลือบด้วยสูตร Lab-a, Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.2.9 คุณภาพในการรับประทาน

การประเมินคุณภาพในการรับประทานเป็นการประเมินโดยใช้ผู้ชิม 10 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แสดงไว้ในภาคผนวก ก การใช้ผู้ชิมสามารถรับรู้ลักษณะภายนอก กลิ่น-รส และเนื้อสัมผัสได้ในเวลาเดียวกัน โดยเป็นการทดสอบจากคุณลักษณะของ ความมัน สีผิวผล สีเนื้อ กลิ่นหอม ความหวาน ความเปรี้ยว กลิ่นและรสชาติผิดปกติ และความชอบของผู้บริโภค ซึ่งต่างจากการวัดโดยใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถวัดได้ทีละอย่างเท่านั้น โดยมะม่วงที่ใช้วัดความพึงพอใจของผู้บริโภคเป็นมะม่วงสุก เนื่องจากมะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงพันธุ์สำหรับรับประทานสุก เมื่อดิบมีรสเปรี้ยวจัดไม่เหมาะต่อการบริโภค

ความมันเงา

คะแนนความมันของมะม่วงจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 คะแนนสูงบ่งบอกว่ามะม่วงมีความมันเงามาก จากการทดลองพบว่าคะแนนความมันเงาของมะม่วงแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา คะแนนความมันเงาของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 4.5) มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไปมะม่วงเกิดการเสื่อมสภาพ และสารเคลือบอาจหลุดออกทำให้ความมันเงาลดลง โดยมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบจะมีคะแนนความมันเงามากกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าสารเคลือบสามารถเพิ่มความมันเงาให้กับมะม่วงที่เคลือบได้อย่างเด่นชัด

คะแนนความมันเงาของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C (ตารางที่ 4.6) มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบจะมีคะแนนความมันเงามากกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบแต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะม่วงที่เคลือบสารเคลือบทั้งสามสูตรพบว่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่าความมันเงาของสารเคลือบแต่ละสูตรเมื่อมองด้วยตาไม่สามารถบอกความแตกต่างได้

ตารางที่ 4.5 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ และมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบชนิดต่าง ๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) [1]			
		วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
ความมัน	Control (ไม่เคลือบ)	0.30±0.48a	0.33±0.50a	0.17±0.35a	0.14±0.38a
(คะแนน)	Lab-a	3.50±0 71b	3.22±0.44b	3.17±0.35b	3.00±0.29b
	Lab-c	3.40±0.84b	3.33±0.87b	3.22±0.67b	3.14±0.69b
	Teva	3.60±0.70b	3.33±0.71b	3.33±0.71b	3.29±0.76b
	F-test	*	*	*	*
	CV (%)	57.62	56.47	58.61	59.74
สีเปลือก	Control (ไม่เคลือบ)	2.95±1.34	2.83±0.61	2.67±0.43	2.57±0.45
(คะแนน)	Lab-a	3.75±0.98	3.28±0.91	3.17±0.87	3.21±0.99
	Lab-c	4.05±1.12	3.50±1.12	3.39±0.99	3.36±1.11
	Teva	3.80±0.79	3.56±0.73	3.44±0.73	3.57±0.79
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	30.66	26.53	25.60	28.47
สีเนื้อ	Control (ไม่เคลือบ)	3.95±0.60	3.61±0.93	3.56±0.58	3.50±0.65
(คะแนน)	Lab-a	4.00±0.94	3.67±0.87	3.50±0.71	3.43±0.79
	Lab-c	4.15±0.94	3.61±0.86	3.78±0.71	3.64±0.75
	Teva	4.30±0.48	3.89±0.60	3.61±0.60	3.43±0.53
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	18.36	21.53	17.55	18.65
กลิ่น	Control (ไม่เคลือบ)	3.10±0.99	3.67±0.71	3.56±0.73	3.07±0.84
(คะแนน)	Lab-a	3.20±0.92	3.33±0.50	3.22±0.44	3.14±0.38
	Lab-c	3.00±1.05	3.22±0.83	3.11±0.78	3.14±0.69
	Teva	3.40±0.70	3.56±0.73	3.44±0.53	3.14±0.63
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	28.43	20.17	18.97	19.78

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) 1/			
		วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
ความหวาน	Control (ไม่เคลือบ)	4.00±0.67	4.06±0.53	4.11±0.55	3.86±0.63
(คะแนน)	Lab-a	3.45±0.83	3.50±0.71	3.61±0.70	3.50±0.50
	Lab-c	3.35±0.67	3.61±0.70	3.72±0.67	3.50±0.50
	Teva	4.00±0.67	3.72±0.44	3.89±0.42	3.79±0.39
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	20.25	16.15	15.59	13.94
ความเปรี้ยว	Control (ไม่เคลือบ)	2.00±1.33	0.56±0.53	0.56±0.53	0.57±0.53
(คะแนน)	Lab-a	2.55±1.32	1.56±0.77	0.94±0.30	0.64±0.48
	Lab-c	2.00±0.94	1.33±0.87	0.78±0.44	0.50±0.50
	Teva	2.30±1.27	1.22±0.70	0.83±0.50	0.57±0.53
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	54.37	67.96	58.40	84.92
เสี้ยน	Control (ไม่เคลือบ)	0.55±0.72	0.83±0.75	1.06±0.58	0.93±0.61
(คะแนน)	Lab-a	0.45±0.44	0.61±0.42	0.72±0.36	0.71±0.39
	Lab-c	0.60±0.74	0.78±0.71	0.89±0.65	0.93±0.73
	Teva	0.50±0.41	0.61±0.42	0.72±0.36	0.71±0.39
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	109.87	81.58	59.55	64.62
ความผิดปกติ	Control (ไม่เคลือบ)	0.20±0.42	0.22±0.44	1.06±0.68	1.21±0.49
ของกลิ่นและ	Lab-a	0.55±0.50	0.44±0.46	1.11±0.65	1.07±0.35
รสชาติ	Lab-c	0.45±0.50	0.56±0.58	1.11±0.60	1.14±0.48
(คะแนน)	Teva	0.30±0.48	0.28±0.44	0.89±0.65	1.00±0.41
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	127.21	128.98	60.03	37.60

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) 1/			
		วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
ความชอบ	Control (ไม่เคลือบ)	3.60±1.36	3.39±1.60	3.44±1.47	3.21±1.38
(คะแนน)	Lab-a	3.65±1.16	3.61±1.11	3.30±0.97	3.50±0.45
	Lab-c	3.50±1.08	3.56±1.13	3.44±1.01	3.43±0.75
	Teva	3.50±1.08	3.44±1.13	3.61±1.17	3.36±1.18
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	33.96	34.49	34.17	29.58

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

CV = coefficient of varience

ตารางที่ 4.6 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยของมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ และมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบชนิดต่าง ๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) [1/]			
		วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
ความมัน	Control (ไม่เคลือบ)	0.55±0.50a	0.55±0.46a	0.50±0.43a	0.33±0.43a
(คะแนน)	Lab-a	3.45±0.76b	3.50±0.71b	3.39±0.49b	3.11±0.22b
	Lab-c	3.40±0.84b	3.44±0.88b	3.39±0.49b	3.06±0.53b
	Teva	3.55±0.76b	3.44±0.88b	3.30±0.71b	3.06±0.63b
	F-test	*	*	*	*
	CV (%)	53.29	53.59	51.34	53.91
สีเปลือก	Control (ไม่เคลือบ)	3.55±0.76	3.33±0.43	2.89±0.22	2.83±0.50
(คะแนน)	Lab-a	3.75±0.98	3.39±0.78	3.39±0.60	3.22±0.87
	Lab-c	3.85±1.00	3.50±1.12	3.61±0.70	3.17±0.79
	Teva	3.80±0.79	3.56±0.73	3.44±0.73	3.17±0.50
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	23.07	22.43	18.97	21.77
สีเปลือก	Control (ไม่เคลือบ)	3.55±0.76	3.33±0.43	2.89±0.22	2.83±0.50
(คะแนน)	Lab-a	3.75±0.98	3.39±0.78	3.39±0.60	3.22±0.87
	Lab-c	3.85±1.00	3.50±1.12	3.61±0.70	3.17±0.79
	Teva	3.80±0.79	3.56±0.73	3.44±0.73	3.17±0.50
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	23.07	22.43	18.97	21.77
สีเนื้อ	Control (ไม่เคลือบ)	3.95±0.60	3.78±0.87	3.78±0.51	3.89±0.42
(คะแนน)	Lab-a	3.95±0.96	3.89±0.610	3.61±0.49	3.94±0.30
	Lab-c	3.90±0.84	3.83±0.61	3.61±0.74	4.00±0.25
	Teva	3.90±0.52	3.89±0.60	3.72±0.57	3.89±0.33
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	18.37	16.96	15.28	8.13

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) 1/			
		วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
กลิ่น	Control (ไม่เคลือบ)	3.65±0.67	3.67±0.71	3.89±0.60	4.00±0.50
(คะแนน)	Lab-a	3.40±0.60	3.33±0.50	3.50±0.61	3.44±0.53
	Lab-c	3.20±0.79	3.22±0.83	3.56±0.53	3.61±0.49
	Teva	3.40±0.70	3.44±0.73	3.67±0.43	3.67±0.50
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	19.60	20.25	14.93	14.21
ความหวาน	Control (ไม่เคลือบ)	3.90±0.74	4.00±0.56	4.06±0.63	4.06±0.58
(คะแนน)	Lab-a	3.35±0.82	3.44±0.68	3.67±0.66	3.56±0.58
	Lab-c	3.25±0.63	3.56±0.58	3.67±0.56	3.67±0.56
	Teva	3.50±0.53	3.67±0.43	3.83±0.35	3.83±0.43
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	20.20	15.97	14.82	14.65
ความเปรี้ยว	Control (ไม่เคลือบ)	1.70±1.16	0.61±0.49	0.56±0.46	0.50±0.50
(คะแนน)	Lab-a	2.45±1.23	1.44±0.58	0.94±0.30	0.78±0.44
	Lab-c	1.90±0.61	1.22±0.67	0.78±0.51	0.72±0.44
	Teva	2.20±1.16	1.22±0.71	0.83±0.50	0.67±0.56
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	51.85	59.51	58.40	71.71

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) 1/			
		วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
เสี้ยน	Control (ไม่เคลือบ)	0.35±0.53	0.61±0.49	0.89±0.42	0.78±0.36
(คะแนน)	Lab-a	0.35±0.41	0.44±0.46	0.61±0.42	0.61±0.42
	Lab-c	0.50±0.75	0.50±0.71	0.78±0.71	0.67±0.56
	Teva	0.40±0.39	0.44±0.46	0.61±0.42	0.61±0.42
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	130.33	104.20	69.12	64.64

คุณลักษณะ	ทรีทเมนต์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) [1]			
		วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
ความผิดปกติ	Control (ไม่เคลือบ)	0.30±0.48	0.22±0.44	0.83±0.66	0.94±0.58
ของกลิ่นและ	Lab-a	0.55±0.50	0.44±0.46	0.83±0.50	1.00±0.43
รสชาติ	Lab-c	0.45±0.50	0.50±0.56	0.94±0.53	1.00±0.50
(คะแนน)	Teva	0.35±0.74	0.28±0.44	0.89±0.65	0.94±0.46
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	116.09	130.78	64.61	49.09
ความชอบ	Control (ไม่เคลือบ)	3.70±1.55	3.83±0.83	3.67±1.37	3.11±1.24
(คะแนน)	Lab-a	3.65±1.16	3.83±±0.61	3.63±0.46	3.67±0.43
	Lab-c	3.60±0.97	3.89±0.78	3.78±0.83	3.67±0.87
	Teva	3.50±1.08	3.78±0.67	3.67±1.15	3.61±1.17
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	31.19	18.18	26.28	27.53

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

CV = coefficient of varience

สีเปลือก

คะแนนสีเปลือกของมะม่วงทุกทรีทเมนต์ที่ทำการทดลองมีแนวโน้มลดลง (คะแนนสูงหมายถึงสีสวยมาก) เนื่องมากจากระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นอาจทำให้มะม่วงเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น ส่งผลให้เปลือกเกิดอาการเหี่ยวย่น ผู้บริโภคจึงให้คะแนนลดลง โดยเฉพาะมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่ามีคะแนนต่ำกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ แต่เมื่อวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการเคลือบไม่สามารถทำให้ผู้บริโภคเห็นว่าสีเปลือกมีความแตกต่างกันได้

สีผิวเนื้อ

คะแนนสีเนื้อของมะม่วงจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 คะแนนสูงแสดงว่าสีเนื้อสวย จากการทดลองพบว่าคะแนนสีเนื้อของมะม่วงแต่ละทรีทเมนต์ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 12 ^{0}C มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงว่าการเคลือบไม่กระทบต่อความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อสีเนื้อ

กลิ่น

กลิ่นหอมของผลไม้เป็นลักษณะหนึ่งที่มีความสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อสำหรับผู้บริโภค คะแนนกลิ่นของมะม่วงแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 คะแนนสูงบ่งบอกว่ามีกลิ่นหอมมาก พบว่าคะแนนกลิ่นหอมของมะม่วงที่เก็บรักษาในทุกทรีทเมนต์ไม่ค่อยแตกต่างกัน และเมื่อใช้การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ตลอดการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ แสดงว่าการเคลือบไม่มีผลต่อกลิ่นของมะม่วง และไม่ได้ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้นกับมะม่วงที่เคลือบทั้งสามสูตร

ความหวาน

คะแนนความหวานของมะม่วงจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคดังแสดงตารางที่ 4.5 และ 4.6 โดยคะแนนสูงบ่งบอกว่ามีรสหวานมาก พบว่าคะแนนความหวานของมะม่วงทุกทรีทเมนต์มีคะแนนค่อนข้างใกล้เคียงกัน และเมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติก็พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) นั่นคือการเคลือบไม่มีผลต่อความหวานของมะม่วง ผู้บริโภคไม่สามารถบอกความแตกต่างของความหวานของมะม่วงที่เคลือบและไม่ได้เคลือบได้

ความเปรี้ยว

คะแนนรสชาติความเปรี้ยวของมะม่วงจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคดังแสดงตารางที่ 4.5 และ 4.6 คะแนนสูงบ่งบอกว่ามีรสเปรี้ยวมาก พบว่าคะแนนความเปรี้ยวของมะม่วงทุก ทรีทเมนต์มีค่าต่ำมาก เนื่องจากมะม่วงที่ใช้ในการชิมเป็นมะม่วงสุกและมะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงที่มีรสหวานจัดเมื่อสุก ดังนั้นคะแนนความเปรี้ยวจากผู้ชิมจึงมีค่าน้อยมากคือแทบจะไม่มีความเปรี้ยวอยู่เลย ซึ่งคะแนนของมะม่วงทุกทรีทเมนต์ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 12 ^{0}C มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติก็พบว่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการเคลือบไม่มีผลต่อความเปรี้ยวของมะม่วงที่ผู้บริโภคสัมผัสได้

เสี้ยน

คะแนนเสี้ยนของมะม่วงพบว่า มีคะแนนน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (คะแนนน้อยหมายความว่ามีเสี้ยนน้อย คะแนนมากหมายความว่ามีเสี้ยนมาก) โดยคะแนนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนการมีเสี้ยนของมะม่วงมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากมะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงพันธุ์ที่มีเสี้ยนน้อย

ความผิดปกติของกลิ่นและรสชาติ

คะแนนกลิ่นและรสชาติผิดปกติของมะม่วงจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 คะแนนสูงแสดงว่ามีความผิดปกติมาก พบว่าคะแนนกลิ่นและรสชาติผิดปกติมีค่าที่ได้มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของมะม่วงแต่ละทรีทเมนต์ก็พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)สำหรับผลิตผลทั่วไปเมื่อเก็บรักษาในสภาพที่ขาดออกซิเจนหรือมีคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปส่งผลให้เกิดการสะสมแอลกอฮอล์ และ acetaldehyde ทำให้ผลผลิตมีอาการผิดปกติมีกลิ่นและรสชาติที่เปลี่ยนไป (จริงแท้ ศิริพานิช, 2541) ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเก็บรักษาแบบบรรยากาศดัดแปลง แต่สำหรับการเคลือบมะม่วงนี้พบว่าการเคลือบด้วยสารเคลือบทั้งสามสูตรไม่มีผลให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติขึ้น

ความชอบ

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีการให้คะแนน คะแนนความชอบที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่าคะแนนความชอบทุกทรีทเมนท์มีค่าใกล้เคียงกันมาก ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติก็พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แสดงว่าทั้งมะม่วงที่เคลือบและไม่ได้เคลือบการยอมรับของผู้บริโภคก็ยังเหมือนเดิม

จากการผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ และมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีการให้คะแนนทั้งหมดโดยรวมแล้วผู้บริโภคเห็นว่ามะม่วงที่เคลือบมีลักษณะภายนอกที่น่าดึงดูดใจมากกว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบ แต่มีรสชาติไม่แตกต่างกันระหว่างมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบและมะม่วงที่เคลือบทั้งสองสภาวะการเก็บรักษา

จากผลการทดลองมะม่วงทรีทเมนต์ต่างๆ ที่อุณหภูมิห้องแสดงผลสรุปในตารางที่ 4.7 ทั้งผลที่วัดได้ทางวัตถุพิสัยและผลทางจิตพิสัยพบว่าการเคลือบสามารถเพิ่มความมันเงาสวยงาม น่ารับประทาน สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจ โดยสารเคลือบสูตร Lab-c สามารถชะลอการเปลี่ยนสีเนื้อ ชะลอการเพิ่มของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ชะลอการลดลงของความเป็นกรดและความแน่นเนื้อได้ แต่เมื่อพิจารณาผลจิตพิสัยของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่า การเคลือบทำให้ลักษณะภายนอกของมะม่วงดีขึ้น แต่ทางด้านรสชาติและกลิ่นไม่แตกต่างกันระหว่างมะม่วงที่เคลือบและไม่ได้เคลือบ และความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคก็ไม่แตกต่างกันระหว่างมะม่วงที่เคลือบและไม่ได้เคลือบ

สำหรับผลการทดลองของมะม่วงทรีทเมนต์ต่างๆ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C (ตารางที่ 4.8) พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถเก็บรักษามะม่วงได้นานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 สัปดาห์ และการเคลือบสามารถเพิ่มความมันเงา ลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการลดลงของเปอร์เซ็นต์กรด และลดอัตราการหายใจได้ โดยสารเคลือบสูตร Lab-c สามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อของมะม่วงได้ดีกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ สารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-c สามารถชะลอการเปลี่ยนของสีเปลือก และลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าสารเคลือบทางการค้า Teva ในแง่ของจิตพิสัยพบว่าการเคลือบเพิ่มความมันเงา ทำให้ลักษณะภายนอกของมะม่วงดีขึ้น แต่ทางด้านรสชาติและกลิ่นไม่แตกต่างกันระหว่างมะม่วงที่เคลือบและไม่ได้เคลือบ และความชอบโดยรวมผู้บริโภคก็เห็นว่าไม่แตกต่างกันระหว่างมะม่วงที่เคลือบและไม่ได้เคลือบ เช่นเดียวกับผลทางจิตพิสัยของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้สารเคลือบสูตร Lab-c มีปริมาณเชลแล็กน้อยกว่าสูตร Lab-a ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในแง่ต้นทุนการผลิตที่ถูกกว่า (ดูรายละเอียดในหัวข้อ การวิเคราะห์ต้นทุนของสารเคลือบ)

จากผลการทดลองทั้งหมดแล้ว จึงสรุปว่าสารเคลือบสูตร Lab-c ให้ผลที่ดีที่สุดเหมาะสมกับการนำมาใช้เคลือบมะม่วงมากที่สุด

ตารางที่ 4.7 ผลเปรียบเทียบระหว่างวัตถุพิสัย และจิตพิสัยของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ และเคลือบด้วยสูตร Lab-a Lab-c และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5 % เป็นระยะเวลา 12 วัน

วัตถุพิสัย	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4	**จิตพิสัย**	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
ความสว่าง	Control Lab-a Lab-c และ Teva				ความมันเงา	Lab-a Lab-c และ Teva			Control
สีเปลือก	Lab-a และ Lab-c		Control และ Teva		สีเปลือก	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
สีเนื้อ	Lab-c	Control Lab-a และ Teva			สีเนื้อ	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้	Lab-c	Lab-a และ Teva		Control	ความหวาน	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด	Lab-c	Control Lab-a และ Teva			ความเปรี้ยว	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก	Lab-a Lab-c และ Teva			Control	กลิ่น	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
ความแน่นเนื้อ	Lab-c	Control Lab-a และ Teva			เสี้ยน	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
อัตราการหายใจ	Lab-a Lab-c และ Teva			Control	ความผิดปกติของกลิ่นและรสชาติ	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
การผลิตเอทิลีน	Control Lab-a Lab-c และ Teva				ความชอบ	Control Lab-a Lab-c และ Teva			

หมายเหตุ ลำดับที่ 1 แสดงคุณภาพที่ดีที่สุด ลำดับที่ 4 แสดงคุณภาพที่ด้อยที่สุด

แสดงคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05)

ตารางที่ 4.8 ผลเปรียบเทียบระหว่างวัตถุพิสัย และจิตพิสัยของมะม่วงเมื่อไม่ได้เคลือบ และเคลือบด้วยสูตร Lab-a Lab-b และ Teva เก็บรักษาที่อุณหภูมิ13 ^{0}C ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2 % เป็นระยะเวลา 28 วัน

วัตถุพิสัย	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4	**จิตพิสัย**	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
ความสว่าง	Control Lab-a Lab-c และ Teva				ความมันเงา	Lab-a Lab-c และ Teva			Control
สีเปลือก	Lab-a และ Lab-c		Control และ Teva		สีเปลือก	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
สีเนื้อ	Control Lab-a Lab-c และ Teva				สีเนื้อ	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้	Control Lab-a Lab-c และ Teva				ความหวาน	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด	Lab-a Lab-c และ Teva			Control	ความเปรี้ยว	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก	Lab-a และ Lab-c		Teva	Control	กลิ่น	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
ความแน่นเนื้อ	Lab-c	Control Lab-a และ Teva			เสี้ยน	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
อัตราการหายใจ	Lab-a Lab-c และ Teva			Control	ความผิดปกติของกลิ่นและรสชาติ	Control Lab-a Lab-c และ Teva			
การผลิตเอทิลีน	Control Lab-a Lab-c และ Teva				ความชอบ	Control Lab-a Lab-c และ Teva			

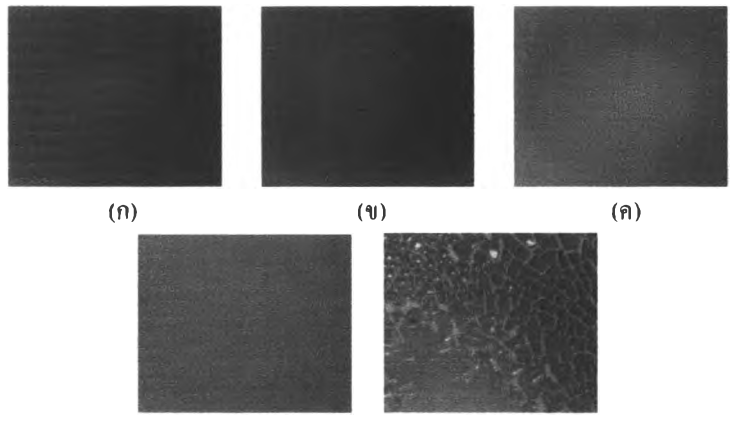
หมายเหตุ ลำดับที่ 1 แสดงคุณภาพที่ดีที่สุด ลำดับที่ 4 แสดงคุณภาพที่ด้อยที่สุด

 แสดงคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.2 ลักษณะและสมบัติของฟิล์มที่ผลิตจากสารเคลือบ

4.2.1 ลักษณะของฟิล์มเคลือบ

จากการทดลองขึ้นรูปฟิล์มจากสารเคลือบที่มีองค์ประกอบคือเชลแล็ก โดยใช้เทคนิคการหล่อฟิล์มกับสารเคลือบสูตรต่างๆ ที่มีองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 3.1 มีลักษณะรูปที่ 4.49



รูปที่ 4.49 ฟิล์มจากสารเคลือบเชลแล็กสูตรต่างๆ (ก) สูตร Lab-a (ข) สูตร Lab-b (ค) สูตร Lab-c (ง) สูตร Lab-d และ (จ) สูตร Teva

ฟิล์มที่เตรียมได้จากสูตร Lab-a เป็นฟิล์มที่มีความหนามากที่สุดคือมีค่าเฉลี่ย 13.18 μm มีสีน้ำตาลเข้ม เนื่องจากมีปริมาณเชลแล็กมากกว่าสูตรอื่น สารเคลือบสูตร Lab-b ไม่สามารถขึ้นรูปฟิล์มได้ จากการหล่อแบบได้ลักษณะที่เป็นเจล มีความหนามาก นิ่ม ไม่มีความยืดหยุ่น มีสีน้ำตาลเข้ม ไม่เป็นฟิล์ม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของสารเคลือบที่อยู่บนผลมังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตร Lab-b (หัวข้อ 4.1.1.1) ที่มีความมันเงามาก แต่เหนียวติดมือ และไม่มีลักษณะเป็นฟิล์มลอกออกมาเหมือนสารเคลือบสูตรอื่น ส่วนสารเคลือบสูตร Lab-c ได้ฟิล์มที่มีความหนาใกล้เคียงกับสูตร Lab-a คือเฉลี่ย 11.55 μm มีสีน้ำตาลอ่อน ๆ เนื่องจากปริมาณเชลแล็กที่น้อยกว่าสูตร Lab-a สารเคลือบสูตร Lab-d ได้ฟิล์มที่มีความบางมาก คือเฉลี่ย 4.375 μm มีสีเหลืองอ่อนๆ ค่อยข้างใส มีความลื่นมาก เนื่องจากมีปริมาณเชลแล็กน้อยมาก และอัตราส่วน oleic acid ต่อเชลแล็กมากกว่าสูตรอื่น เมื่อระเหยน้ำและแอมโมเนียออกไปหมดจึงเหลือ oleic acid อยู่มากกว่าสูตรอื่น ส่วนสารเคลือบสูตร Teva ไม่สามารถขึ้นรูปฟิล์มได้ จากการขึ้นรูปโดยการหล่อพบว่าสารจะอยู่ในลักษณะที่เป็นเกร็ดเล็กๆ มีสีน้ำตาลขุ่น ซึ่งตรงกับลักษณะที่ได้จากการใช้สารเคลือบสูตรTeva เคลือบผลไม้ คือพบสารเคลือบลักษณะที่เป็นเกร็ดเล็ก ๆ หลุดออกภายหลังการเคลือบ โดยที่ไม่พบในสารเคลือบสูตรอื่นๆ

4.2.2 สมบัติทางความร้อน

สมบัติทางความร้อนของฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารเคลือบแต่ละสูตรโดยการใช้เครื่อง DSC ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.9 (กราฟแสดงผลของ DSC แสดงไว้ในภาคผนวก จ) สำหรับสารเคลือบสูตร Lab-b ไม่พบค่า Tg ในช่วง -20 ถึง 80 องซาเซลเซียส

ตารางที่ 4.9 glassition temperature ของสารเคลือบสูตรต่างๆ

สูตร	Tg (^{0}C)
Lab-a	32.0
Lab-b	n/a*
Lab-c	31.8
Lab-d	35.1
Teva	59.0
bleached shellac	41.4

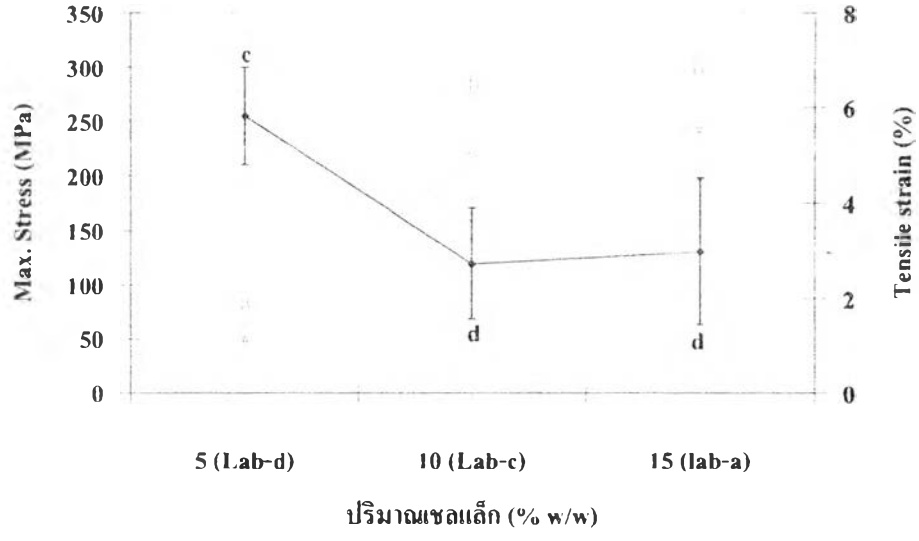
* วัดค่าไม่ได้

สมบัติทางความร้อนสามารถบอกสภาวะของสารเคลือบที่อุณหภูมิต่างๆ การเก็บรักษาผลิตผลที่เคลือบที่อุณหภูมิต่ำ (อุณหภูมิ 12-13 ^{0}C) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่าค่า Tg ของสารเคลือบทุกสูตร โมเลกุลสารเคลือบอยู่ในสถานะคล้ายแก้ว (Glassy region) ซึ่งมีลักษณะใสแข็งแต่เปราะ ซึ่งก็ตรงกับลักษณะของสารเคลือบที่เคลือบอยู่บนผลิตผล สูตรสารเคลือบที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการทุกสูตรมีค่า Tg ต่ำกว่าสารเคลือบทางการค้า (ยกเว้นสูตร Lab-b ซึ่งหาค่า Tg ไม่พบ) แสดงว่าที่อุณหภูมิการใช้งานที่เท่ากัน (อุณหภูมิที่เก็บรักษาผลไม้) สารเคลือบทางการค้าจะมีความเป็นแข็งเปราะมากกว่าสารเคลือบที่เตรียมได้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งทำให้สารเคลือบ Teva มีลักษณะที่แตกเป็นเกร็ด ไม่เป็นฟิล์มที่ต่อเนื่อง (รูปที่ 4.49 (จ)) เกิดผลเสียคือหลุดง่ายกว่าสารเคลือบที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ ซึ่งความแตกต่างของค่า Tg เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล องศาความเป็นกิ่ง แรงกระทำระหว่างสายโซ่ ชนิดและขนาดของหมู่ข้างเคียง (อิทธิพล แจ้งชัด, 2543) ค่า Tg ที่มาก เช่นใน Teva เนื่องมาจากปริมาตรอิสระ (free volume) น้อย ทำให้โมเลกุลของสายโซ่เคลื่อนที่ได้ยาก ส่วนค่า Tg ของสารเคลือบสูตร Lab-a Lab-c Lab-d พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากองค์ประกอบของสารเคลือบทั้งสามสูตรนี้เหมือนกัน แตกต่างเพียงอัตราส่วนของสารประกอบ (ส่วนผสมของสารเคลือบแสดงในตารางที่ 3.1) ส่วนในสารเคลือบสูตร Lab-b ที่ไม่สามารถหาค่า Tg ได้ อาจเนื่องมาจาก PEG และ แอนติโฟม (น้ำมันซิลิโคน) ที่เติมเข้าไปทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์ทำให้ค่า Tg ลดลงอย่างมากจนต่ำกว่าช่วงที่มี

การทดสอบ (ต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส) ทำให้ไม่พบค่า Tg แสดงว่าที่อุณหภูมิห้อง สูตร Lab-b อยู่ในสถานะคล้ายยาง คือโมเลกุลสามารถเคลื่อนไหวได้มากกว่าที่สถานะคล้ายแก้ว ทำให้ฟิล์มเคลือบที่ได้มีลักษณะนิ่มและไม่แข็งเปราะ (อิทธิพล แจ้งชัด, 2543)

4.2.3 สมบัติทางกล

สมบัติทางกลเป็นสมบัติที่สำคัญอีกอย่างของสารเคลือบผิวในลักษณะฟิล์ม สารเคลือบผิวที่ดีควรเพิ่มความมันเงาให้กับผลิตผลที่ถูกเคลือบ แต่ต้องไม่เหนียวติดมือ และไม่แข็งจนทำให้ผลิตผลมีลักษณะที่ไม่เป็นธรรมชาติ ซึ่งการเลือกใช้สารเคลือบต้องพิจารณาถึงสมบัติทางกลควบคู่ไปกับสมบัติอื่นๆ ด้วย เช่น สมบัติทางความร้อน จากการขึ้นรูปสารเคลือบ (ด้วยเทคนิคการหล่อฟิล์ม) ทุกสูตรพบว่ามีเพียง 3 สูตรที่สามารถขึ้นรูปได้ คือสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d แต่สารเคลือบทางการค้า Teva ไม่สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ แสดงว่าเมื่อนำไปใช้ในการเคลือบผิวผลไม้ก็จะได้ลักษณะสารเคลือบเป็นฟิล์มที่ไม่ต่อเนื่องห่อหุ้มผลไม้อยู่ ซึ่งอาจมีผลดีคือเสมือนเป็นการเคลือบเพียงบางส่วน (partial coating) ทำให้ไม่เกิดการหมักขึ้นภายในผลิตผล ดังนั้นการทดสอบสมบัติเชิงกลของฟิล์มจึงสามารถทดสอบได้เพียง 3 สูตร จากการทดลองพบว่า ค่าความทนแรงดึงของฟิล์มทั้งสามสูตร (Lab-a Lab-c และ Lab-d) มีค่าเท่ากับ 242.54 218.96 และ 50.32 MPa ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวเท่ากับ 2.99 2.73 และ 5.83 % ตามลำดับ (รูปที่ 4.50) จากค่าความทนแรงดึง และการยืดตัวของฟิล์มทั้งสามสูตรแสดงให้เห็นว่า ฟิล์มที่ได้ทั้งสามสูตรมีลักษณะที่แข็งเปราะ และไม่ยืดหยุ่น ฟิล์มสูตร Lab-a และ Lab-c มีค่าความทนแรงดึงและการยืดตัวของฟิล์มไม่แตกต่างกัน แต่สูตรLab-d มีค่าความทนแรงดึงและการยืดตัวของฟิล์มแตกต่างกับสูตร Lab-a และ Lab-c อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากปริมาณเซลแล็กในสูตร Lab-d ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าฟิล์มสูตรอื่น จึงมีความทนแรงดึงต่ำกว่า แต่ที่มีค่าการยืดตัวของฟิล์มมากกว่าน่าจะเนื่องจากมีอัตราส่วนของเซลแล็กกับ oleic acid ซึ่งทำหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์มากกว่าฟิล์มสูตรอื่นๆ จึงทำให้ค่าความยืดตัวมากกว่าสูตรอื่น

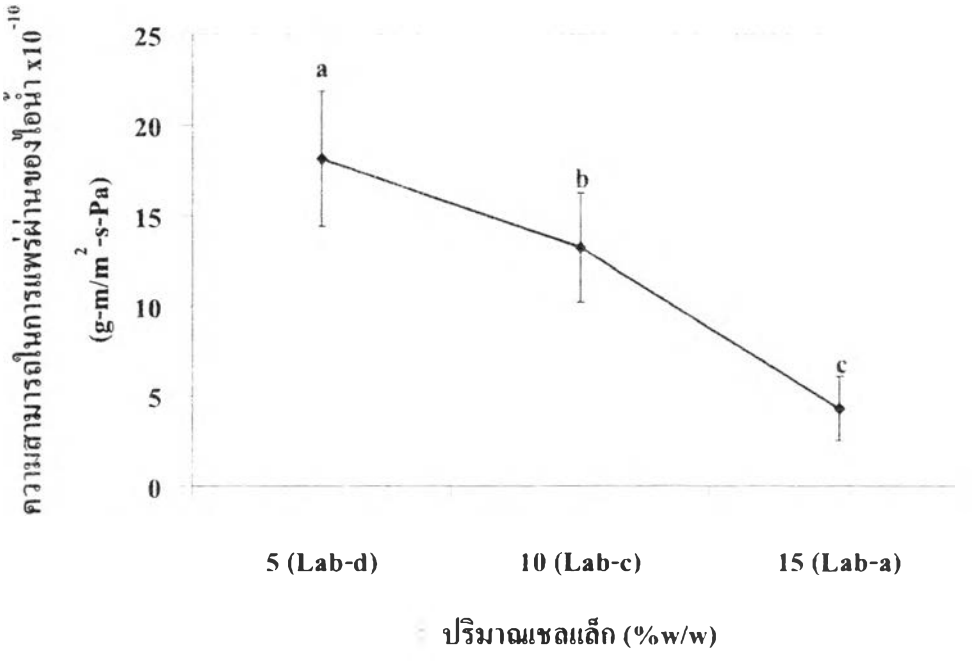


รูปที่ 4.50 ความสัมพันธ์ระหว่างฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d กับค่าความทนแรงดึง ( ) และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของฟิล์ม (◆)
ตัวอักษร a-d ที่แตกต่างกันตามตำแหน่งหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.4 ความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ

ค่าความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำของฟิล์มเคลือบที่เตรียมโดยใช้เทคนิคการหล่อฟิล์มทั้งสามสูตร(Lab-a Lab-c และ Lab-d) มีค่าเท่ากับ 4.29 13.24 และ 18.13 g-m/m^2-S-Pa ตามลำดับ (รูปที่ 4.51) โดยฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a มีความสามารถในการกั้นการแพร่ผ่านของไอน้ำสูงสุด และ Lab-d มีความสามารถในการกั้นการแพร่ผ่านของไอน้ำต่ำสุด เนื่องจากฟิล์มสูตร Lab-a มีปริมาณเชลแล็กมากที่สุดซึ่งเชลแล็กประกอบด้วยส่วนผสมของพอลิเอสเทอร์หลายชนิดที่มีคุณสมบัติกันน้ำได้ดี (มานี เหลืองธนะอนันต์ และธนะเศรษฐ์ ง้าวหิรัญพิพัฒน์, 2546) นอกจากนี้ในสูตร Lab-d ที่นอกจากจะมีปริมาณเชลแล็กน้อยยังมีอัตราส่วนของกรดโอเลอิกต่อเชลแล็กที่มากกว่าในสูตรอื่นๆ ซึ่งกรดโอเลอิกทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์เข้าไปแทรกตัวอยู่ภายในโมเลกุลสายโซ่ของเชลแล็ก ทำให้มีปริมาตรว่างเพิ่มขึ้น ค่าความสามารถในการแพร่ผ่านไอน้ำจึงมากขึ้น ความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับฟิล์มเคลือบ เนื่องจากในผลไม้มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่า 80% ดังนั้นฟิล์มเคลือบที่ดีจึงควรมีความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำต่ำ เพื่อช่วยชะลอการซึมผ่านของไอน้ำจากผลิตผลสู่ภายนอก (Miller and Limited, 1997) ทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนักและการเหี่ยวของผลิตผล แต่จากผลการทดลองการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่ด้วยสารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-c พบว่าการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลแม้จะเกิดจากการสูญเสีย

น้ำภายในผลิตผลเป็นหลัก แต่ก็เกิดจากสาเหตุอื่นด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในผนังเซลล์ การเปลี่ยนแปลงอาหารที่สะสมในรูปของแป้ง (โมเลกุลขนาดใหญ่) เป็นน้ำตาล (โมเลกุลขนาดเล็ก) ดังนั้นแม้ว่าจากการทดสอบสมบัติการแพร่ผ่านของไอน้ำของฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-c แตกต่างกัน แต่เมื่อนำไปใช้กับมะม่วงให้ผลการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.51 ความสัมพันธ์ระหว่างฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d กับความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามตำแหน่งหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการขึ้นรูปฟิล์มเพื่อทดสอบสมบัติเบื้องต้น ผลการทดสอบสมบัติทั้งหมดแสดงใน ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สรุปสมบัติของสารเคลือบ

สูตร	ปริมาณเชลแล็ก (%w/w)	Tg (^{0}C)	ความทนแรงดึง (MPa)	การยืดตัว (%)	ความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำx10^{-10} (g-m/s-m^2-Pa)
Lab-a	15	32.0	242.54	2.99	4.29
Lab-b	15	n/a*	n/a*	n/a*	n/a*
Lab-c	10	31.8	218.96	2.73	13.24
Lab-d	5	35.1	50.32	5.83	18.13
Teva	●	59.0	n/a*	n/a*	n/a*

● สารเคลือบทางการค้า Teva ไม่ทราบปริมาณเชลแล็กที่ชัดเจน

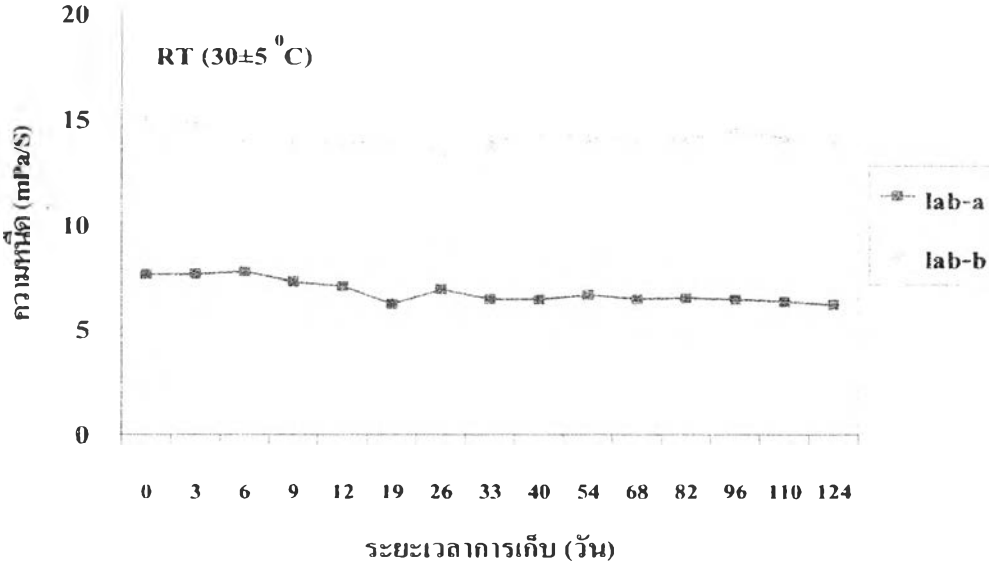
* วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากลักษณะของฟิล์มไม่ต่อเนื่อง

4.3 ความคงตัวของสารเคลือบ

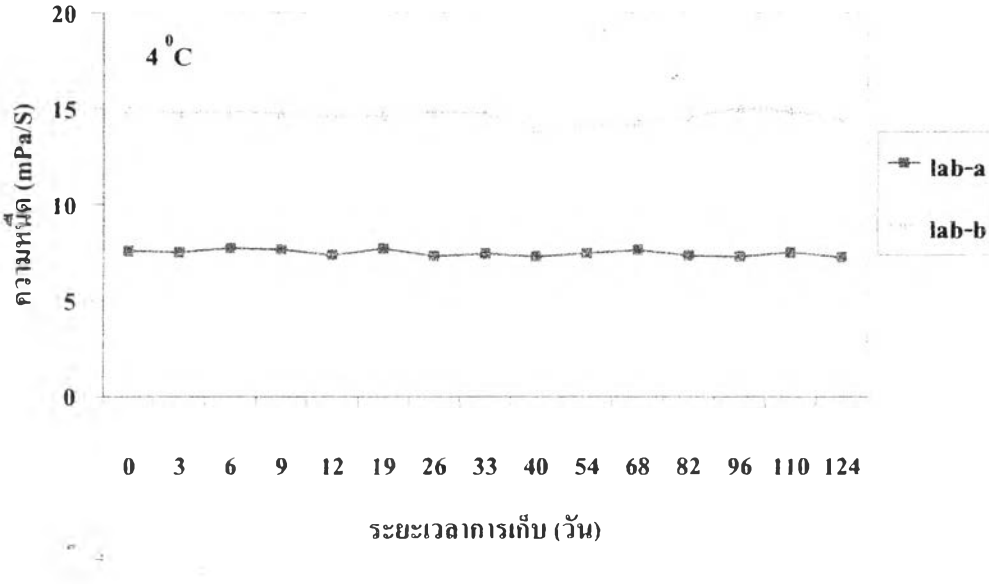
ปัญหาของสารเคลือบเชลแล็กที่มีสารละลายแอมโมเนียเป็นตัวทำละลายคือจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป (Cook, 1996) เนื่องจากเกิดการระเหยของแอมโมเนียดังนั้นจึงได้มีการศึกษาความคงตัวของสารเคลือบโดยการวัดความหนืดและค่า pH ของสารเคลือบที่เตรียมขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ 2 สูตร คือสูตร Lab-a และ Lab-b สาเหตุที่ไม่ได้ทดสอบสารเคลือบทางการค้าด้วยเนื่องจากไม่ทราบวันที่ผลิตของสารเคลือบทางการค้า จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ สารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-b มีความหนืดค่อนข้างคงที่ในระยะเวลา 4 เดือน โดยสารเคลือบสูตร Lab-b ซึ่งมีส่วนผสมของ PEG 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 3.1) มีความหนืดมากกว่า โดยค่าความหนืดของ Lab-b ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอยู่ในช่วง 13.33 – 14.92 mPa/S และความหนืดของ Lab-a มีค่าอยู่ในช่วง 6.2 – 7.7 mPa/S แสดงว่า PEG เพิ่มความหนืดให้กับสารเคลือบ เนื่องจาก PEG มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ส่วนค่า pH ของสารเคลือบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่าสูตร Lab-a มีค่า pH อยู่ในช่วง 8.01- 8.61 สูตร Lab-b มีค่า pH อยู่ในช่วง 7.40 – 7.80 ซึ่งค่าที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และสูตร Lab-b มีค่า pH มากกว่าสูตร Lab-a อธิบายได้ว่าเป็นเพราะปริมาณแอมโมเนียในสูตร Lab-b น้อยกว่า Lab-a (ตารางที่ 3.1) สำหรับการเก็บสารละลายที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C พบว่าความหนืดที่วัดได้มีค่าค่อนข้างคงที่เช่นกัน (รูปที่ 4.52) โดยสารเคลือบสูตร Lab-a มีความหนืดอยู่ในช่วง 7.32 – 7.75 mPa/S และความหนืดของสารเคลือบสูตร Lab-b อยู่ในช่วง 14.01- 15.05 mPa/S ซึ่งผลความหนืดของ Lab-b มากกว่า Lab-a

สอดคล้องกับผลความหนืดของสารเคลือบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ค่า pH ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน คือ Lab-a และ Lab-b มีค่า pH อยู่ในช่วง 8.54 – 8.85 และ 7.75 – 8.40 ตามลำดับ (รูปที่ 4.54) ซึ่งพบว่าความหนืดของสารเคลือบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 4 ^{0}C มีความหนืดไม่เท่ากัน แต่แตกต่างกันไม่มาก และไม่ได้คำนวณทางสถิติ จึงไม่สามารถเจาะจงได้ว่าการเก็บรักษาทั้ง 2 อุณหภูมิแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้นการทดลองในอนาคตน่าจะมีการทดสอบทางเคมีเพิ่ม เช่น การหาน้ำหนักโมเลกุลของอนุภาคเซลแล็ก ซึ่งอาจนำมาอธิบายควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงความหนืด นอกจากนี้สารเคลือบสูตร Lab-b ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C พบว่ามีไขเกิดขึ้นโดยที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไม่มี แสดงว่าสารเคลือบสูตร Lab-b ไม่เหมาะที่จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จากผลการทดลองแสดงว่าสารเคลือบทั้งสองสูตรมีความคงตัวและสามารถใช้งานได้อย่างน้อยเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยที่ความหนืดไม่เพิ่มขึ้น ยกเว้น Lab-b ไม่เหมาะที่จะเก็บที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C

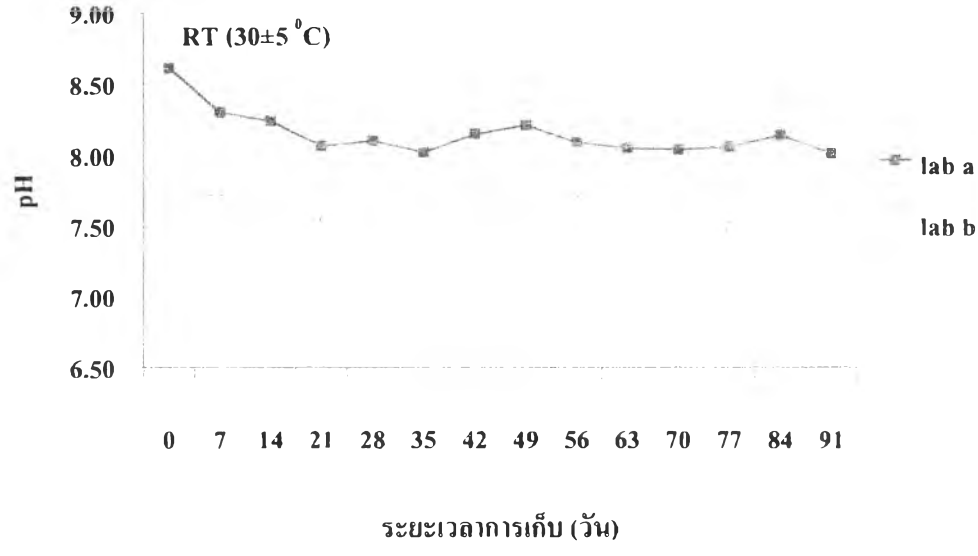
I 37616407



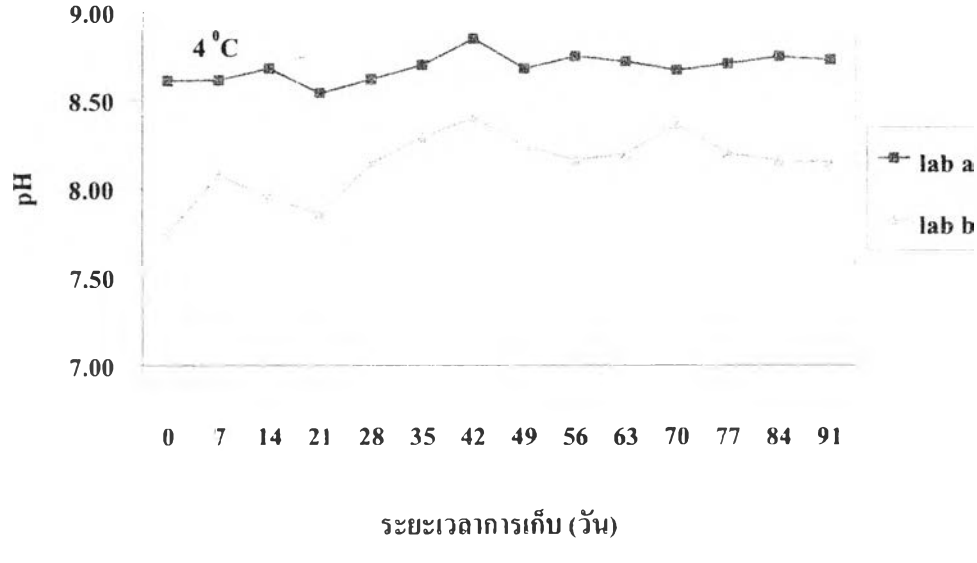
รูปที่ 4.52 ความหนืดของสารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-b เก็บที่อุณหภูมิห้องระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน



รูปที่ 4.53 ความหนืดของสารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-b เก็บที่อุณหภูมิ 4 °Cระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน



รูปที่ 4.54 ค่า pH ของสารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-b เก็บที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน



รูปที่ 4.55 ค่า pH ของสารเคลือบสูตร Lab-a และ Lab-b เก็บที่อุณหภูมิ 4 ^{0}Cระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

4.4 การวิเคราะห์ต้นทุนของสารเคลือบ

การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบ สามารถเพิ่มความสวยงาม มันเงา น่ารับประทาน สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเหี่ยวของกลีบเลี้ยง และชะลอการลดลงของความแข็งเปลือกในมังคุด และชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อในมะม่วง ไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติกับกลิ่นและรสชาติใดๆ ลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในผลิตผล มังคุดที่เคลือบด้วยสารเคลือบสูตร Lab-a ให้ผลที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เคลือบมังคุดมากที่สุด สำหรับมะม่วงจากการทดลองพบว่าสารเคลือบสูตร Lab-c สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงน้ำดอกไม้จากการทดลองได้ดีที่สุด ดีกว่าสารเคลือบทางการค้า Teva

การประเมินต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบกระบวนการผลิตในเกือบทุกขั้นตอน และมีความสำคัญต่อความเป็นไปได้ของโครงการ โดยสามารถแบ่งต้นทุนทั้งหมดที่ต้องใช้สำหรับโครงการออกได้เป็นสองส่วนหลัก คือ ต้นทุนเงินทุน (capital cost) และต้นทุนการผลิตทั้งหมด (total product cost) โดยต้นทุนการผลิตทั้งหมด แบ่งออกได้เป็น ต้นทุนการผลิต และค่าใช้จ่ายทั่วไปซึ่งเกี่ยวข้องกับต้นทุนสำหรับการดำเนินการผลิต และการขายผลิตภัณฑ์ แต่สำหรับในงานวิจัยนี้จะเป็นการประเมินต้นทุนวัตถุดิบในการผลิต (raw material) เพียงอย่างเดียว โดยยังไม่ได้มีการประเมินต้นทุนในส่วนอื่น ๆ ร่วมด้วย โดยสามารถประเมินต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตสารเคลือบทั้ง 2 สูตร ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.11 วิเคราะห์ต้นทุนของวัตถุดิบสารเคลือบสูตร Lab-a สำหรับการเคลือบมังคุด

วัตถุดิบ	บริษัทผู้ผลิต	ราคา (บาท/ก.ก.)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม/ก.ก. สารเคลือบ)	มูลค่า (บาท/ ก.ก.สารเคลือบ)
เซลแล็กขาว	เอกเซลแล็กส์ จำกัด	300	150	45
กรดโอเลอิก	Panreac	1011	10	10.110
สลล.แอมโมเนีย	Panreac	226.5	28	6.342
น้ำ deionisation	*	0.165 (165 บาท /m^3)	812	0.134
			รวม	61.586

* ข้อมูลการผลิตระดับอุตสาหกรรมจาก บริษัทฮานาเซมิคอนดักเตอร์ ประเทศไทย

ตารางที่ 4.12 วิเคราะห์ต้นทุนวัตถุดิบของสารเคลือบสูตร Lab-c สำหรับการเคลือบมะม่วง

วัตถุดิบ	บริษัทผู้ผลิต	ราคา (บาท/ก.ก.)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม/ก.ก. สารเคลือบ)	มูลค่า (บาท/ ก.ก.สารเคลือบ)
เซลแล็กขาว	เอกเซลแล็กส์ จำกัด	300	100	30
กรดโอเลอิก	Panreac	1011	10	10.110
สลล.แอมโมเนีย	Panreac	226.5	29.67	6.720
น้ำ deionisation	*	0.165 (165 บาท /m^3)	860.33	0.142
			รวม	46.972

* ข้อมูลการผลิตระดับอุตสาหกรรมจาก บริษัทฮานาเซมิคอนดักเตอร์ ประเทศไทย

ราคาของสูตร Lab-a ที่ต้องใช้คือ 1.23 บาทต่อกิโลกรัมมังคุด และราคาของสูตร Lab-c ที่ต้องใช้คือ 0.94 บาทต่อกิโลกรัมมะม่วง สารเคลือบสูตร Lab-c มีราคาถูกกว่าสารเคลือบสูตร Lab-a ดังนั้นในการเลือกผลิตถ้าสารเคลือบทั้งสองให้ผลในการเคลือบที่ไม่แตกต่างกันมากนักควรเลือกผลิตสารเคลือบสูตร Lab-c ที่มีต้นทุนต่ำกว่า โดยราคานี้ยังไม่รวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิต เช่น ค่าถังปฏิกรณ์ อุปกรณ์การปั่นกวน และค่าพลังงานที่ต้องใช้ในการผลิต ส่วนสารเคลือบทางการค้า Teva มีราคา 150 บาทต่อลิตร หรือ 3 บาทต่อกิโลกรัมผลไม้ (ใช้สารเคลือบ 20 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม) โดยในส่วนของต้นทุนสารเคลือบที่ใช้เคลือบผลไม้ (ราคาบาทต่อกิโลกรัมผลไม้) จะมีราคาต่ำกว่านี้ได้อีก ถ้าใช้ปริมาณสารเคลือบลดลง เนื่องจากการทดลองในห้องปฏิบัติการใช้สารเคลือบ 20 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมผลไม้ ซึ่งเป็นปริมาณที่มากเนื่องจากต้องการให้เห็นผลการทดลองอย่างชัดเจน แต่ในทางการค้าไม่จำเป็นต้องใช้ปริมาณมากขนาดนั้น ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปจึงควรมีการศึกษาถึงการใช้สารเคลือบที่น้อยที่สุดที่ยังสามารถยืดอายุผลผลิตได้ ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนและประโยชน์อย่างยิ่งในการนำมาใช้จริง

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย