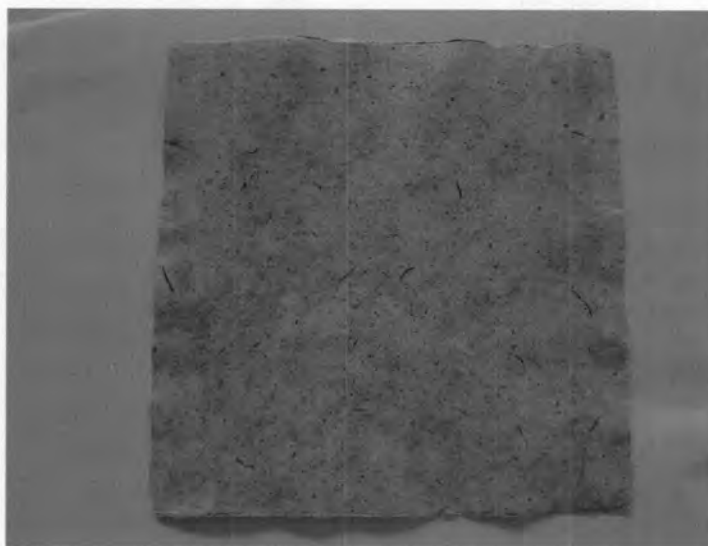


บทที่ 4

ผลและวิจารณ์การทดลอง

4.1 การผลิตกระดาษจากใบสับประรด

จากการทดลองการผลิตกระดาษจากใบสับประรดที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 80 กรัม (80 กรัม ต่อตารางเมตร) โดยการขึ้นรูปด้วยวิธีการตะเชื้อและผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้ความชื้นสุดท้ายประมาณ 3-5 % (wet basis) ได้กระดาษดังแสดงในรูปที่ 4.1 พบว่ากระดาษจากใบสับประรดที่ผลิตได้มีสีเหลืองออกน้ำตาล น้ำหนักมาตรฐาน 82.23 กรัมต่อตารางเมตร ค่าความขาวสว่าง 29.92 ความหนา 0.3 มิลลิเมตร ดัชนีต้านทานแรงฉีกขาด 21.38 มิลลินิวตัน ตารางเมตรต่อกรัม และดัชนีต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัว 23.15 นิวตันเมตรต่อกรัม



รูปที่ 4.1 กระดาษจากใบสับประรด 80 กรัม

4.2 ประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์

การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์ที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์เป็น 10, 20, 30 และ 40 กรัม และวัดปริมาณก๊าซเอทิลีนที่เหลืออยู่ในขวดปริมาตร 2000 มิลลิลิตร ที่ระยะเวลา 15, 30, 45 และ 60 นาที คำนวณร้อยละการดูดซับเอทิลีน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ร้อยละการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์ปริมาณ 10, 20, 30 และ 40 กรัม

Sample	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	15 min	30 min	45 min	60 min
ถ่านกัมมันต์ 10 กรัม	73.05 ^d \pm 0.73	74.03 ^d \pm 1.17	74.86 ^d \pm 0.82	74.41 ^d \pm 0.75
ถ่านกัมมันต์ 20 กรัม	85.07 ^c \pm 0.55	85.12 ^c \pm 0.76	85.41 ^c \pm 0.40	85.34 ^c \pm 0.53
ถ่านกัมมันต์ 30 กรัม	89.42 ^b \pm 0.36	89.03 ^b \pm 0.70	89.72 ^b \pm 0.28	89.52 ^b \pm 0.44
ถ่านกัมมันต์ 40 กรัม	91.83 ^a \pm 0.39	91.77 ^a \pm 0.38	92.20 ^a \pm 0.27	92.03 ^a \pm 0.15

หมายเหตุ a, b, c, ... ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อพิจารณาผลของการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์ที่เวลาต่างๆ พบว่าถ่านกัมมันต์ทุกตัวอย่างสามารถดูดซับเอทิลีนได้อย่างรวดเร็วในช่วง 15 นาทีแรก เนื่องจากในช่วงแรกถ่านกัมมันต์มีพื้นที่ผิวในการดูดซับมากจึงเกิดการดูดซับอย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Reid และ Dodge ในปี 1995 ที่ศึกษาการดูดซับเอทิลีนของสารดูดซับเอทิลีน 7 ชนิดเปรียบเทียบกัน ได้แก่ แร่ธาตุ 3 ชนิด ถ่านกัมมันต์ ขี้เถ้า Purafil[®] และ ทราช โดยบรรจุสารแต่ละอย่างในขวดโหลปิดสนิทที่มีความเข้มข้นเอทิลีน 0.3 ppm เมื่อทิ้งระยะเวลาไว้ 1 ชั่วโมง พบว่าทราชและแร่ธาตุ 3 ชนิดไม่ดูดซับเอทิลีน ส่วนถ่านกัมมันต์ ขี้เถ้าและ Purafil[®] สามารถดูดซับเอทิลีนได้อย่างรวดเร็วในช่วง 15 นาทีแรกของการทดลอง โดย Purafil[®] สามารถดูดเอทิลีนภายในขวดโหลได้เกือบหมด ขณะที่ถ่านกัมมันต์และขี้เถ้าสามารถดูดเอทิลีนภายในขวดได้ 1 ใน 3 และครึ่งหนึ่งของความเข้มข้นเริ่มต้นภายในขวดตามลำดับ

จากผลการทดลองจึงสรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์สามารถใช้ในการดูดซับเอทิลีนได้

Abe และ Watada (1991) ศึกษาการใช้ activated carbon ร่วมกับ palladium chloride เพื่อรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ตัดแต่ง พบว่า activated carbon ช่วยลดการสะสมเอทิลีน ซึ่งส่งผลให้ความแน่นเนื้อในผลกีวี และกล้วยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยลง การสูญเสียคลอโรฟิลล์ในผักขมลดลง

Bailén และคณะ (2006) ศึกษาการใช้ activated carbon ร่วมกับ Modified Atmosphere Packages (MAP) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศ พบว่าสามารถชะลอการสุกได้เนื่องจาก activated carbon มีผลทำให้การสะสมปริมาณเอทิลีนภายในภาชนะบรรจุลดลง

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของร้อยละการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์มาเปรียบเทียบทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์ ร้อยละการดูดซับเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างมี

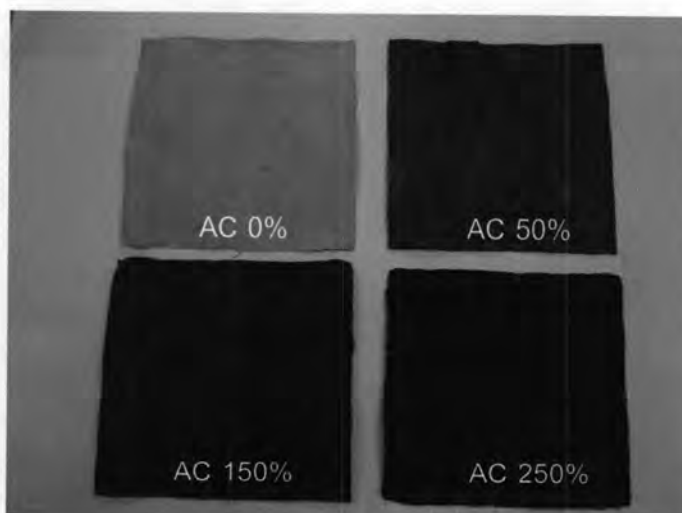
นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากปริมาณถ่านกัมมันต์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีพื้นที่ผิวการดูดซับเพิ่มขึ้น จึงดูดซับเอทิลีนได้มากขึ้น

การใช้ปริมาณถ่านกัมมันต์มากขึ้นจะทำให้ดูดซับเอทิลีนได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชชาติ บุญศักดิ์และสมชาย กล้าหาญ (2547) ที่ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาใบมะกรูด โดยใช้สารดูดซับเอทิลีนร่วมกับก๊าซ CO_2 และ O_2 โดยแปรปริมาณสารดูดซับเอทิลีน 0, 3, 6, 9 และ 12 % โดยน้ำหนัก และสัดส่วนของก๊าซ $\text{CO}_2:\text{O}_2$ เป็น 5:0, 10:5, 10:10, 15:5 และ 15:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) พบว่า การใช้สารดูดซับเอทิลีน 12 % ร่วมกับ $\text{CO}_2:\text{O}_2$ 5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) ทำให้ใบมะกรูดมีอายุการเก็บรักษานาน 42 วัน

4.3 การผลิตกระดาษจากใบสับประรดที่มีถ่านกัมมันต์

4.3.1 การผลิตกระดาษจากใบสับประรดที่มีถ่านกัมมันต์

จากผลการทดลองการผลิตกระดาษจากใบสับประรดที่มีถ่านกัมมันต์ โดยแปรปริมาณเป็น 0, 50, 150 และ 250% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ได้กระดาษจากใบสับประรดดังแสดงในรูปที่ 4.2



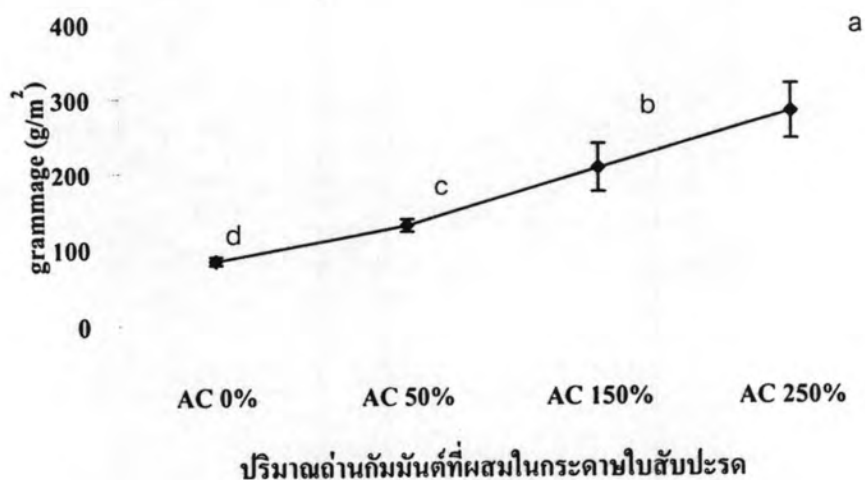
รูปที่ 4.2 กระดาษจากใบสับประรดที่มีถ่านกัมมันต์ 0% (AC 0%), 50% (AC 50%), 150% (AC 150%) และ 250% (AC 250%) ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

4.3.2 คุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษจากใบสับประรดที่มีถ่านกัมมันต์

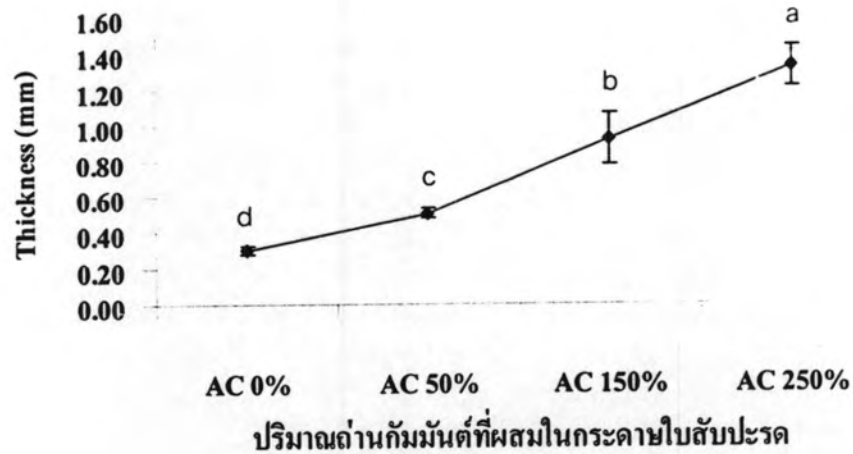
4.3.2.1 น้ำหนักมาตรฐานและความหนา

จากการวัดน้ำหนักมาตรฐานและความหนาของกระดาษจากใบสับประรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์ระดับต่างๆ พบว่าเมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น น้ำหนักมาตรฐานและความหนาของกระดาษเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผล

จากถ่านกัมมันต์ที่อยู่บนผิวและแทรกในโครงสร้างของกระดาษได้ โดยทั่วไปในกระดาษประเภทเดียวกันที่มีวิธีการผลิตเหมือนกัน กระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานมากกว่าจะมีความแข็งแรงและความหนามากกว่ากระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานน้อยกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณเยื่อที่เพิ่มขึ้น แต่จากการทดลองในงานวิจัยนี้ได้ควบคุมปริมาณเยื่อเริ่มต้นให้เท่ากันในทุกชนิด ดังนั้นน้ำหนักมาตรฐานที่เพิ่มขึ้นจึงน่าจะมาจากปริมาณถ่านกัมมันต์ที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลของความหนาของกระดาษที่เพิ่มขึ้นเมื่อแปรปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้นสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับผลของน้ำหนักมาตรฐานซึ่งมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน



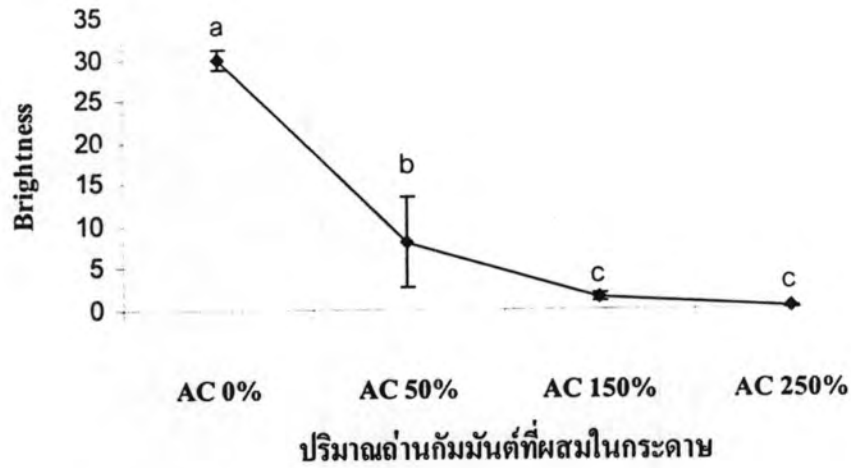
รูปที่ 4.3 น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจากใบสับปรอดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์
 หมายถึง AC 0%, AC 50%, AC 150% และ AC 250% หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมในกระดาษ
 ใบสับปรอดร้อยละ 0, 50, 150 และ 250 กรัมของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ
 a, b, c, ... หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4.4 ความหนาของกระดาษจากใบสับปะรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์
 หมายเหตุ AC 0%, AC 50%, AC 150% และ AC 250% หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมในกระดาษ
 ใบสับปะรดร้อยละ 0, 50, 150 และ 250 กรัมของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ
 a, b, c, ... หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3.2.2 ความขาวสว่าง

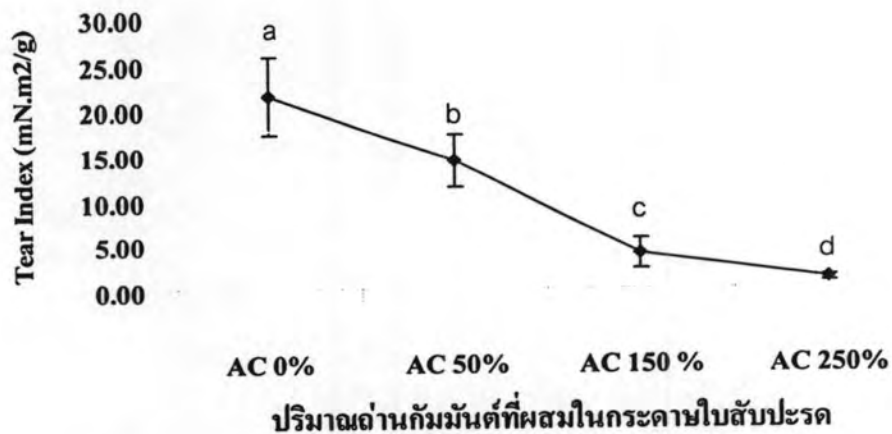
ความขาวสว่างของกระดาษเป็นค่าการสะท้อนแสงของแสงสีน้ำเงินในช่วงความยาวคลื่น 457 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นตามมาตรฐาน ASTM D 985-97 (ASTM, 2003) จากการวัดความขาวสว่างของกระดาษใบสับปะรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์ระดับต่างๆ พบว่าการเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์ในกระดาษทำให้ความขาวสว่างของกระดาษลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีสีดำ การเติมถ่านกัมมันต์ในกระดาษจึงทำให้สีของกระดาษคล้ำขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.5



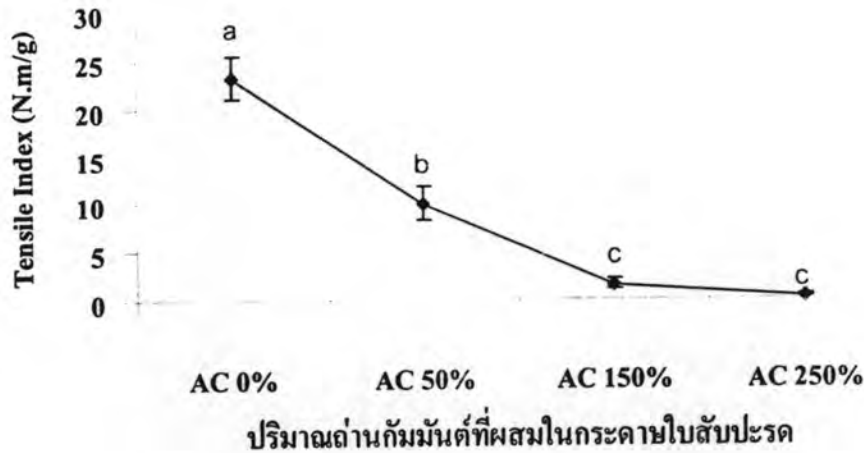
รูปที่ 4.5 ความขาวสว่างของกระดาษจากใบสับประดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์
 หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมในกระดาษ
 หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมในกระดาษ
 ใบสับประดร้อยละ 0, 50, 150 และ 250 กรัมของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ
 a, b, c, ... หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3.2.3 ดัชนีต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีต้านทานแรงดึงขาด

จากการวัดความต้านทานแรงฉีกขาด (tearing resistance) และความต้านทานแรงดึงขาด (tensile strength) ของกระดาษจากใบสับประดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์ ได้ผลแสดงดังรูปที่ 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 ดัชนีต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษจากใบสับประดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์
 หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมในกระดาษ
 หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมในกระดาษ
 ใบสับประดร้อยละ 0, 50, 150 และ 250 กรัมของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ
 a, b, c, ... หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4.7 ดัชนีต้านทานแรงดึงขาดของกระดาษจากใบสับประดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์

หมายเหตุ AC 0%, AC 50%, AC 150% และ AC 250% หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมในกระดาษ

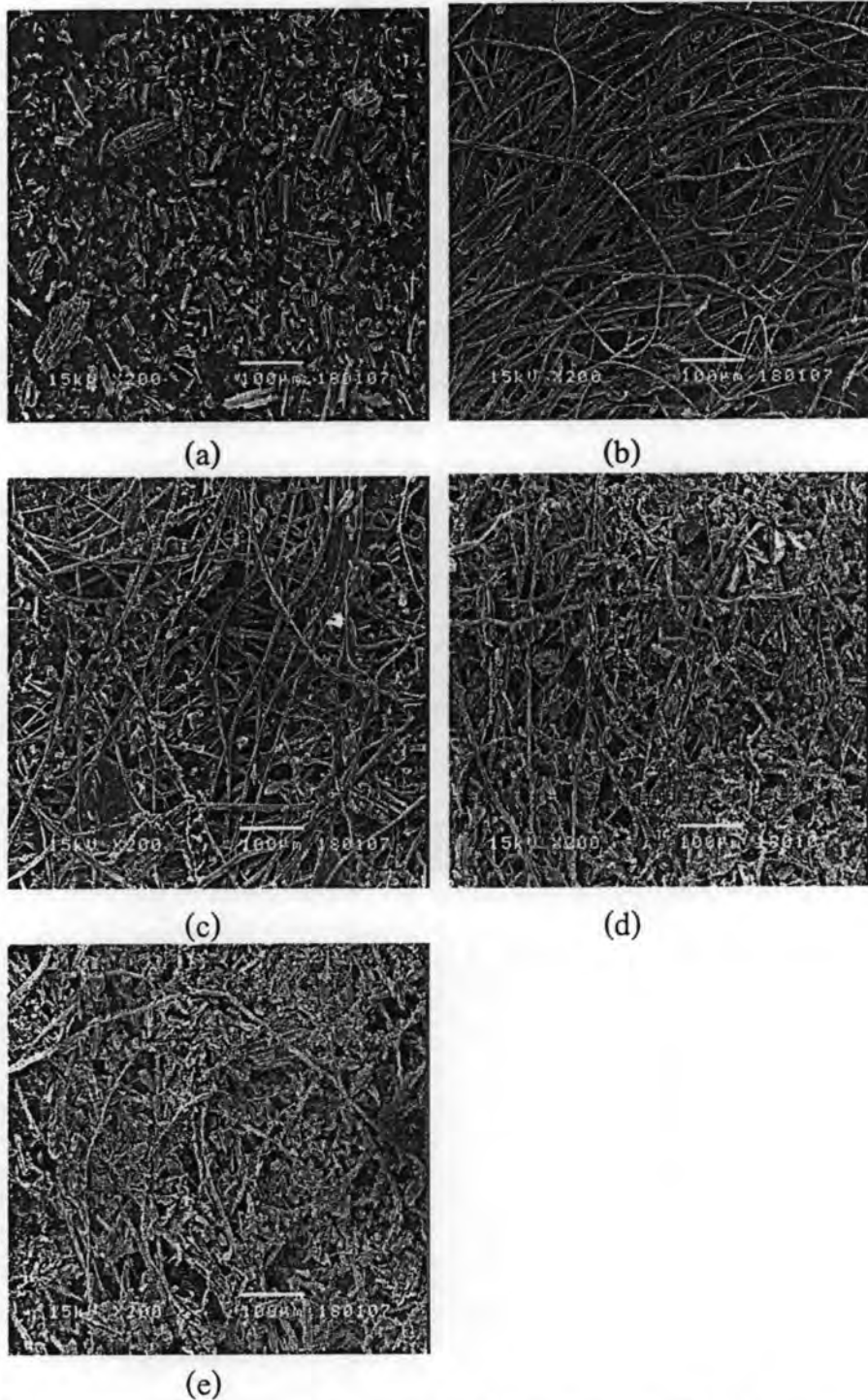
ใบสับประดร้อยละ 0, 50, 150 และ 250 กรัมของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ

a, b, c, ... หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ความต้านทานแรงดึงขาดและความต้านทานแรงดึงขาดเป็นสมบัติทางเชิงกลซึ่งแสดงถึงความแข็งแรงหรือความทนทานต่อการใช้งานของกระดาษในการต้านทานแรงกระทำจากแรงฉีกและแรงดึง ตามลำดับ จากผลการทดลอง (รูปที่ 4.6 และ 4.7) พบว่าเมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์ในกระดาษเพิ่มขึ้น ดัชนีความต้านทานแรงดึงขาดและดัชนีความต้านทานแรงดึงขาดของกระดาษมีค่าลดลง ซึ่งบ่งบอกถึงกระดาษมีความแข็งแรงของกระดาษลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษโดยปกติทั่วไปนั้น ในขั้นตอนการขึ้นรูปเมื่อน้ำได้แยกออกจากเยื่อแล้ว เส้นใยเซลลูโลสจะเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างกัน ทำให้กระดาษมีความแข็งแรง ถ่านกัมมันต์ที่เติมในขั้นตอนการทำกระดาษจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยเซลลูโลสและขัดขวางการเกิดพันธะระหว่างเส้นใยเซลลูโลส ส่งผลให้กระดาษมีความแข็งแรงต่อแรงดึงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรศิริ เสมรสุต (2545) ที่ศึกษาผลของการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อความต้านทานแรงดึงในกระดาษสา โดยพบว่า การเติมแคลเซียมคาร์บอเนตจะทำให้ความแข็งแรงของกระดาษลดลง โดยมีความต้านทานแรงดึงต่ำลงเนื่องจากโมเลกุลแคลเซียมคาร์บอเนตไม่มีความสามารถในการสร้างพันธะไฮโดรเจนกับเส้นใย เซลลูโลส และขัดขวางการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างเส้นใย และทำให้กระดาษมีความแข็งแรงลดลง เช่นเดียวกับงานวิจัยของชัยภัทร สิริพลวัฒน์ และ อาศิริกร กล่อมเกล้า (2546) ที่ศึกษาผลของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อดัชนีความต้านทานแรงดึงของกระดาษสับประด ซึ่งพบว่ากระดาษสับประดมีดัชนีความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดเมื่อใช้แคลเซียม

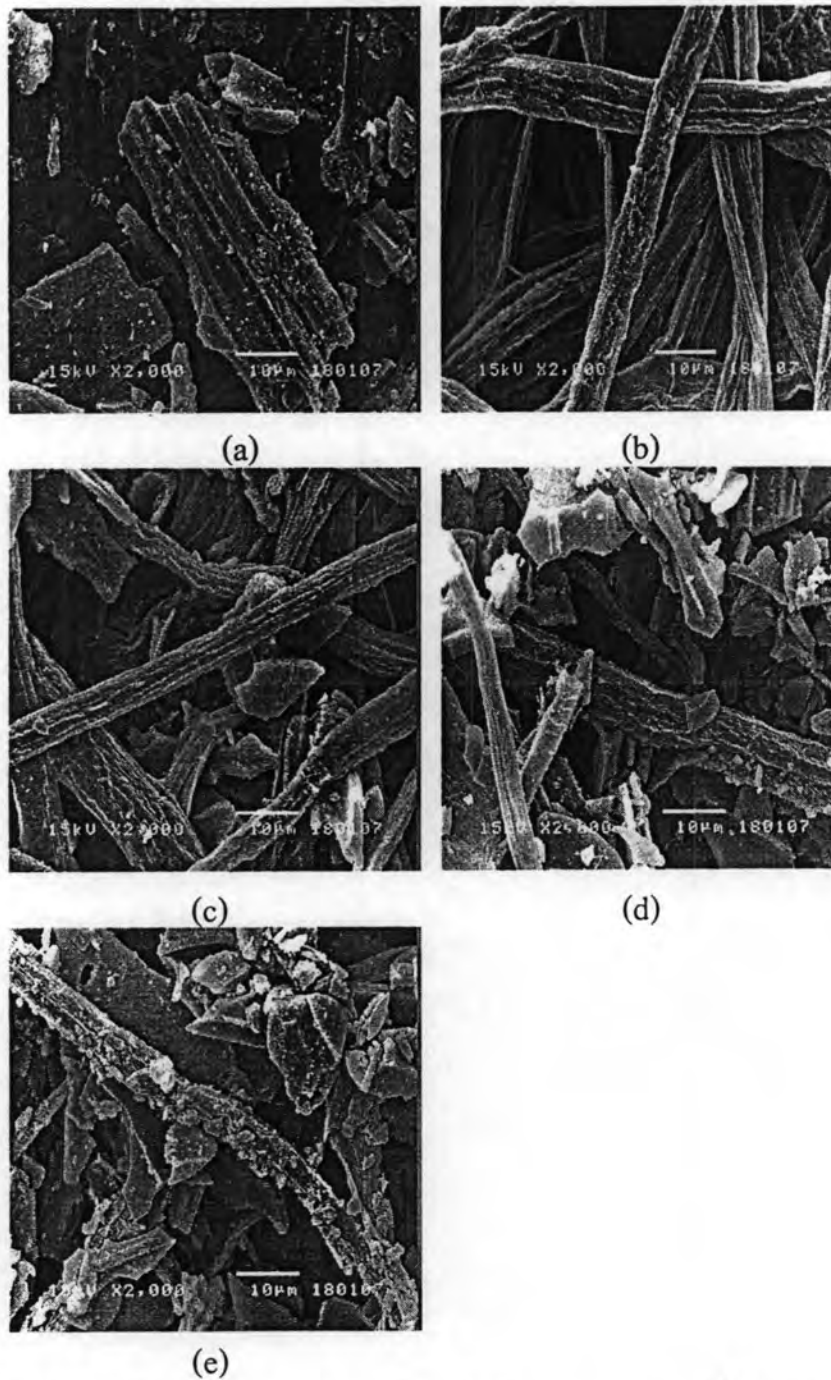
คาร์บอน 20 กิโลกรัมต่อตันน้ำหนักเชื้อแห้ง แต่เมื่อปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเพิ่มขึ้นอีก ดัชนีความต้านแรงดึงจะลดลง ซึ่งให้เหตุผลเช่นเดียวกับงานวิจัยของอริศิริ เสมรสุต

เมื่อนำกระดาษที่ผลิตได้ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนที่กำลังขยาย 200 และ 2000 เท่า เพื่อดูการยึดเกาะของถ่านกัมมันต์ในโครงสร้างของกระดาษได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ พบว่าถ่านกัมมันต์จะแทรกตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างเส้นใยและเมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้นจะมีถ่านกัมมันต์แทรกตัวอยู่ระหว่างเส้นใยมากขึ้น เนื่องจากถ่านกัมมันต์ไม่มีขั้ว จึงสามารถแทรกอยู่ระหว่างเซลล์โลสได้โดยไม่สร้างพันธะกับเซลล์โลสของเยื่อกระดาษ การที่มีถ่านกัมมันต์แทรกอยู่ทำให้เซลล์โลสเกิดพันธะระหว่างกันได้น้อยลงจึงทำให้กระดาษมีความแข็งแรงลดลง



รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนที่กำลังขยาย 200 เท่า
หมายเหตุ (a) ถ่านกัมมันต์

- (b) กระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ 0% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง
- (c) กระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ 50% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง
- (d) กระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ 150% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง
- (e) กระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ 250% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง



รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนที่กำลังขยาย 2000 เท่า

หมายเหตุ (a) ถ่านกัมมันต์

(b) กระดาษจากใบสับปรดที่มีถ่านกัมมันต์ 0% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง

(c) กระดาษจากใบสับปรดที่มีถ่านกัมมันต์ 50% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง

(d) กระดาษจากใบสับปรดที่มีถ่านกัมมันต์ 150% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง

(e) กระดาษจากใบสับปรดที่มีถ่านกัมมันต์ 250% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง

4.4 ประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของกระดาษจากใบสับประรดที่มีถ่านกัมมันต์

จากการวัดประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของกระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ต่างๆ กันที่ระยะเวลา 15, 30, 45 และ 60 นาที ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ร้อยละการดูดซับเอทิลีนของกระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ปริมาณ 0, 50, 150 และ 250% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

Sample	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	15 min	30 min	45 min	60 min
paper + AC 0 %	1.21 ^d ± 3.94	0.07 ^d ± 1.08	0.39 ^d ± 3.33	2.55 ^d ± 3.03
paper + AC 50%	11.04 ^c ± 4.94	10.82 ^c ± 3.60	14.21 ^c ± 2.89	9.34 ^c ± 2.13
paper + AC 150%	34.71 ^b ± 1.87	37.03 ^b ± 3.51	30.77 ^b ± 1.58	35.85 ^b ± 0.50
paper + AC 250%	50.64 ^a ± 1.56	52.27 ^a ± 4.31	52.71 ^a ± 1.64	51.01 ^a ± 2.13

หมายเหตุ a, b, c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

paper + AC 0%, AC 50%, AC 150% และ AC 250% หมายถึง กระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ร้อยละ 0, 50, 150 และ 250 กรัมของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลการทดลองในตารางที่ 4.2 พบว่าที่ระยะเวลาการดูดซับเท่ากัน กระดาษที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น จะมีร้อยละการดูดซับเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในเรื่องของการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบร้อยละการดูดซับเอทิลีนระหว่างกระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ 150% และ 250% แม้ว่ากระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ 250% จะสามารถดูดซับเอทิลีนได้มากกว่า แต่เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับความแข็งแรงของกระดาษที่ผลิตได้ พบว่ากระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ 250% มีดัชนีต้านทานแรงฉีกขาดน้อยกว่ากระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ 150% อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าถ่านกัมมันต์ 250% เป็นปริมาณที่มากกว่าและเป็นปริมาณสูงสุดที่ถ่านกัมมันต์แทรกอยู่ระหว่างเส้นใยเซลลูโลสของกระดาษได้ ทำให้มีถ่านกัมมันต์บางส่วนหลุดร่วงจากกระดาษที่ผลิตได้ จากผลการทดลองข้างต้นจึงเลือกกระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ 150 % ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมมาใช้ศึกษาการดูดซับเอทิลีนเพื่อยืดอายุการเก็บแดงหอม

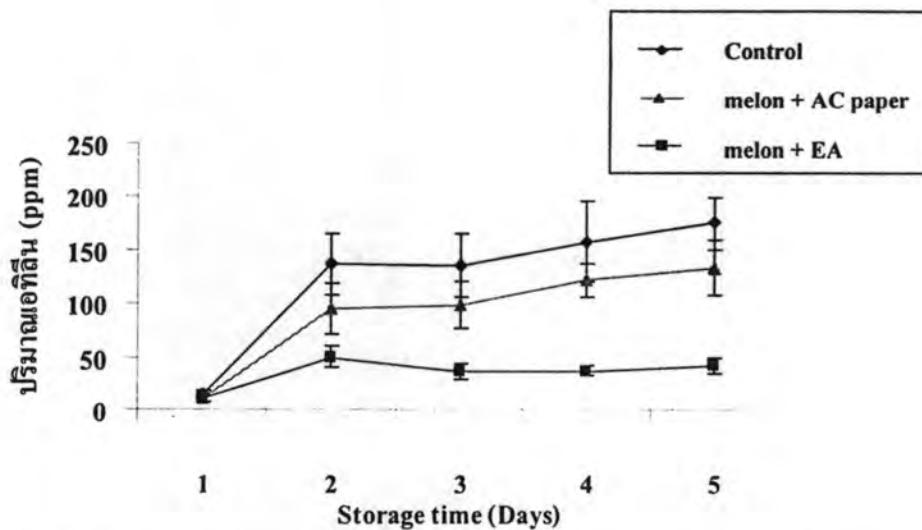
4.5 ประสิทธิภาพของกระดาษจากใบสับประรดที่มีถ่านกัมมันต์ ในการยืดอายุการเก็บรักษาแตงหอม

ในการทดลองนี้เก็บรักษาแตงหอม 2 อุณหภูมิ คือ ที่ 30 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นตัวแทนของอุณหภูมิในระหว่างการขนส่ง และที่ 10 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นตัวแทนของอุณหภูมิระหว่างการจัดจำหน่าย ซึ่งให้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

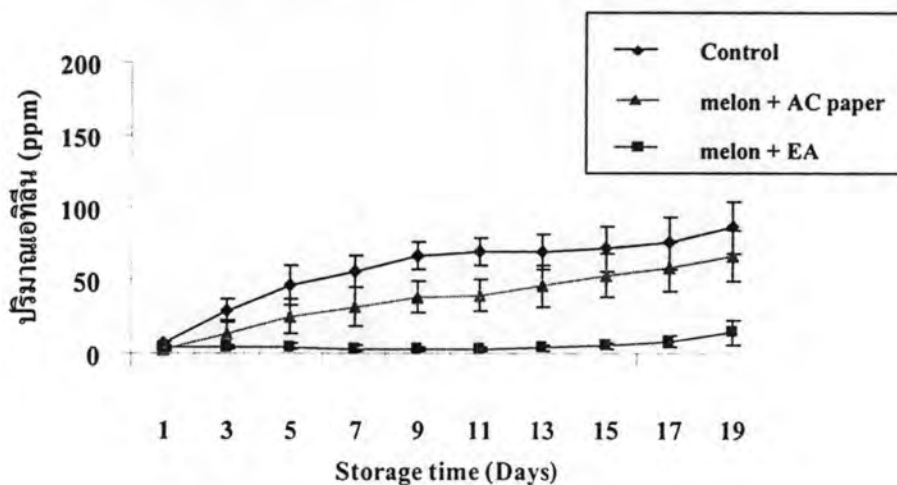
4.5.1 การดูดซับก๊าซเอทิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์จากแตงหอมในระบบปิด

4.5.1.1 การดูดซับก๊าซเอทิลีนที่ผลิตโดยแตงหอม

ผลการวัดปริมาณก๊าซเอทิลีนที่มีอยู่ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.10) และที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.11) จนกระทั่งผลไม่เกิดการเสื่อมเสีย พบว่าปริมาณก๊าซเอทิลีนของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ คือ ชุดควบคุม (control) ทรีตเมนต์ที่บรรจุแตงหอมร่วมกับกระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ (melon + AC paper) และทรีตเมนต์ที่บรรจุแตงหอมร่วมกับสารดูดซับเอทิลีน (melon + EA) ที่ทั้งสองอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยที่อุณหภูมิต่ำจะมีแนวโน้มการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างทรีตเมนต์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสพบว่าในวันแรกของการเก็บรักษาของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกัน หลังจากนั้นปริมาณเอทิลีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยใน control มีปริมาณก๊าซเอทิลีนมากที่สุด รองลงมาเป็น melon + AC paper และ melon + EA ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณเอทิลีนเช่นเดียวกัน และพบว่าวันที่ 5 และ 7 ของการเก็บรักษาของ control มีปริมาณเอทิลีนมากกว่าอีก 2 ทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ และวันที่ 9 ถึง 13 ปริมาณเอทิลีนของ melon + AC paper มีปริมาณมากกว่าของ melon + EA แต่น้อยกว่า control อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) หลังจากวันที่ 15 ของการเก็บรักษาพบว่าปริมาณเอทิลีนใน control กับ melon + AC paper ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ปริมาณเอทิลีนใน control มีแนวโน้มสูงกว่า จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากระดาษที่มีถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับก๊าซเอทิลีนที่แตงหอมผลิตขึ้นอย่างต่อเนื่องที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในข้อ 4.4



รูปที่ 4.10 ปริมาณก๊าซเอทิลีนในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

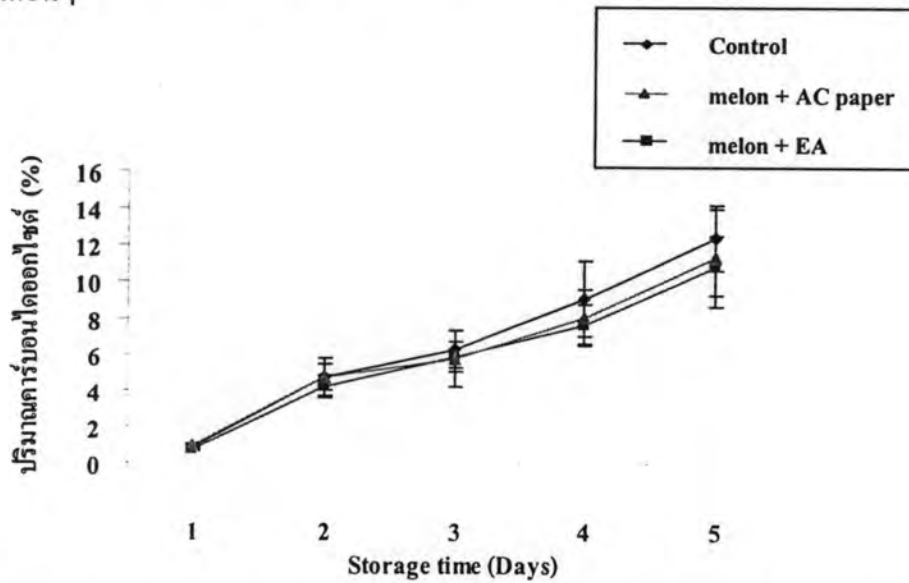


รูปที่ 4.11 ปริมาณก๊าซเอทิลีนในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

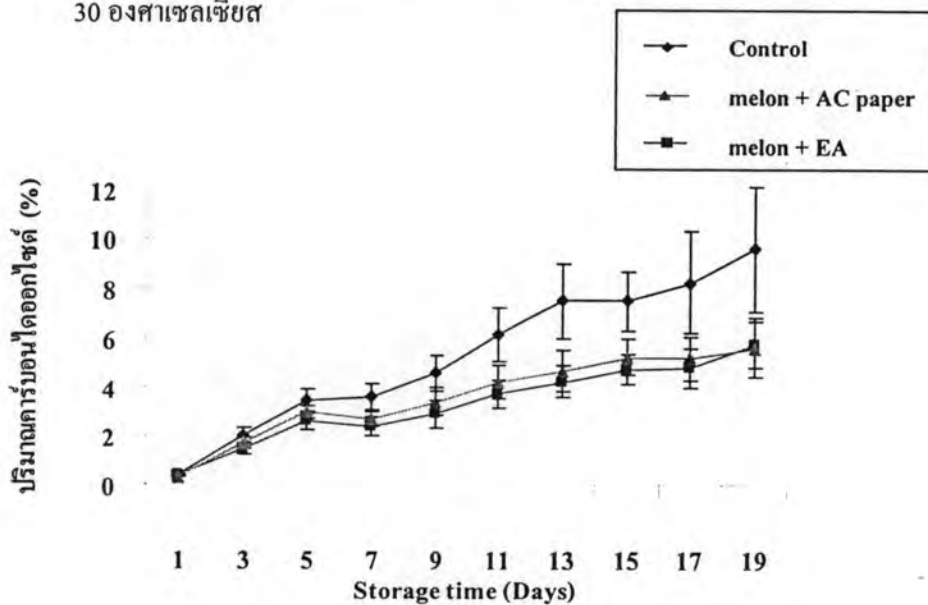
4.5.1.2 การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตโดยแตงหอม

การศึกษาการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตโดยแตงหอมพบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทุกทรีตเมนต์มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บ โดยที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของ control มีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างอื่นแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 4.12 เนื่องจากผลไม้เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการหายใจเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาแม้หลังจากเก็บเกี่ยว ซึ่งกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจนจะเป็นการใช้อาหารสะสมที่ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแป้งและน้ำตาล โดยน้ำตาลจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์น้ำและพลังงาน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2542) ส่วนภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นในทุกทรีตเมนต์เช่นเดียวกัน (รูปที่ 4.13) โดยที่มีอัตรา

การเพิ่มที่ช้ากว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลออัตราการหายใจได้ดีกว่า (Beattie and Wade, 1996) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างทรีตเมนต์พบว่าในการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 7 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของ control มีปริมาณมากกว่าทรีตเมนต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องจากปริมาณเอทิลินที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในทรีตเมนต์ control กระตุ้นให้ผลิตภัณฑ์อัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ



รูปที่ 4.12 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

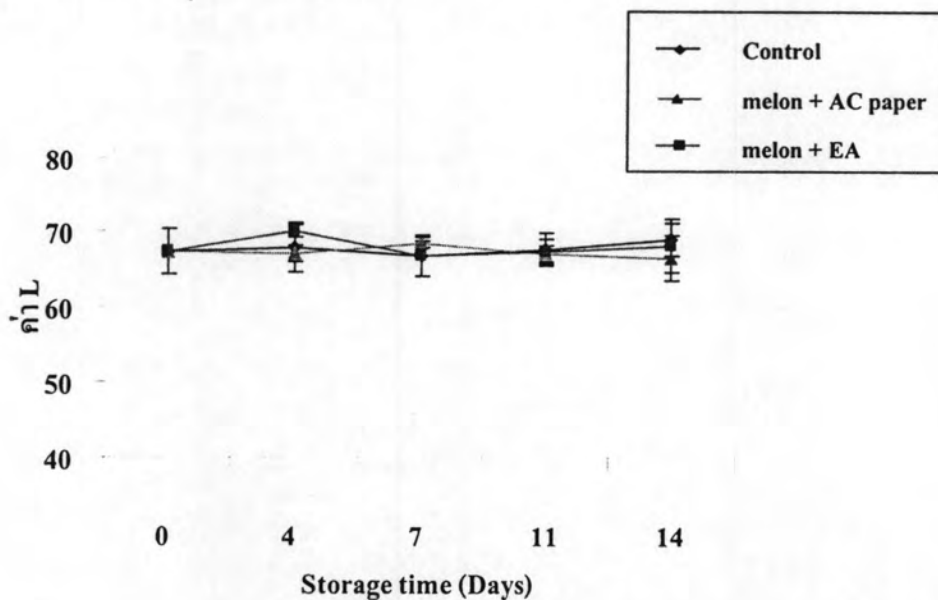


รูปที่ 4.13 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

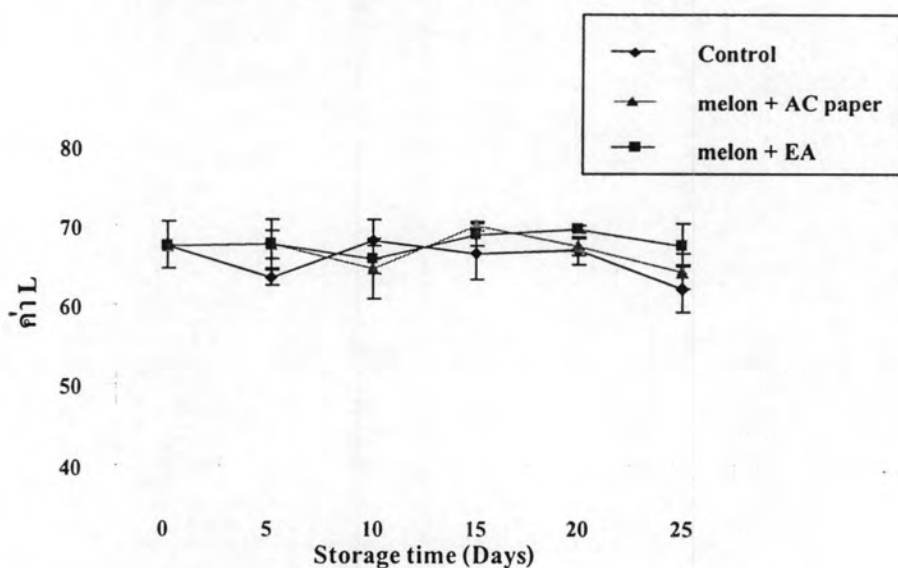
4.5.2 การเปลี่ยนแปลงของแดงหอมในระหว่างการเก็บรักษา

4.5.2.1 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของแดงหอมทุกทรีตเมนต์ พบว่าในแต่ละอุณหภูมิ ค่า L ซึ่งเป็นค่าบอกความขาวสว่าง มีค่าใกล้เคียงกัน และมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่า L มีค่าอยู่ในช่วง 66.47 ถึง 70.01 และที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ในช่วง 61.87 ถึง 69.83 และที่แต่ละอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ในแต่ละทรีตเมนต์ระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15

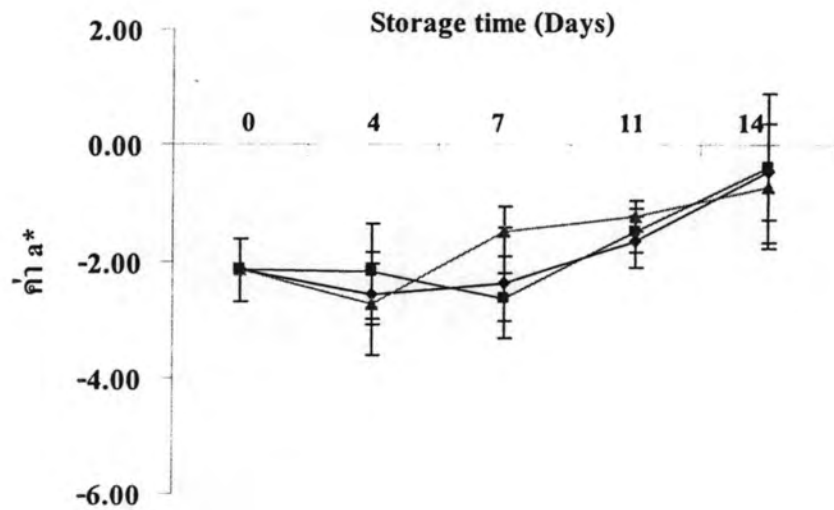


รูปที่ 4.14 ค่า L ของเปลือกแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

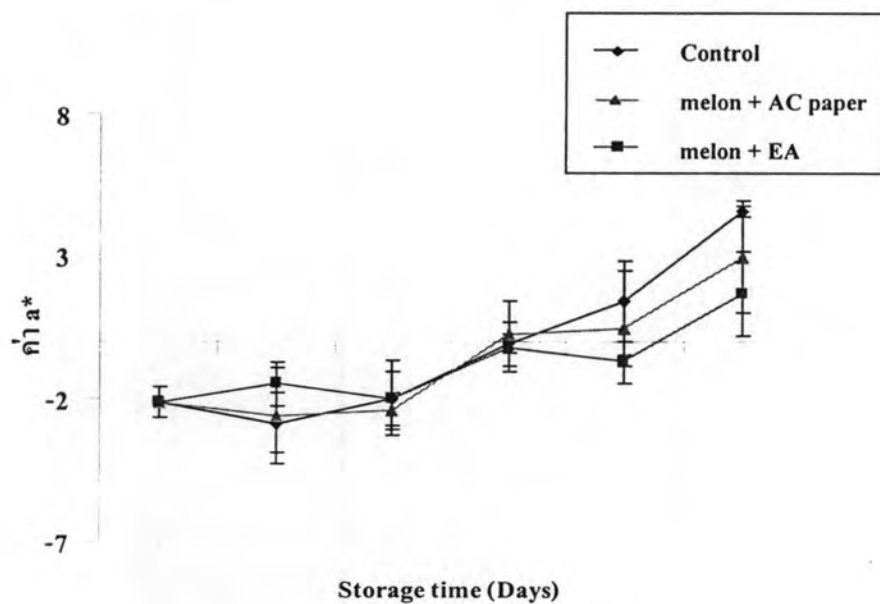


รูปที่ 4.15 ค่า L ของเปลือกแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ส่วนค่าสีเขียว-แดง (a^*) ของเปลือกทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ในแต่ละอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาดังแสดงในรูปที่ 4.16 และ 4.17 เนื่องจากคลอโรฟิลล์เกิดการเสื่อมสลายทำให้วัดค่าความเป็นสีเขียวได้น้อยลง มีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างทรีตเมนต์ในแต่ละอุณหภูมิ

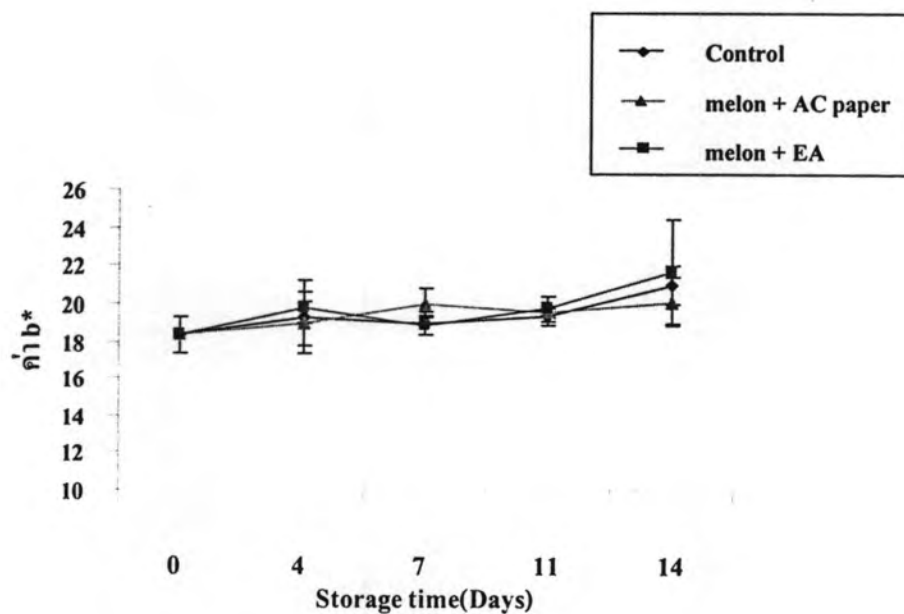


รูปที่ 4.16 ค่า a^* ของเปลือกแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

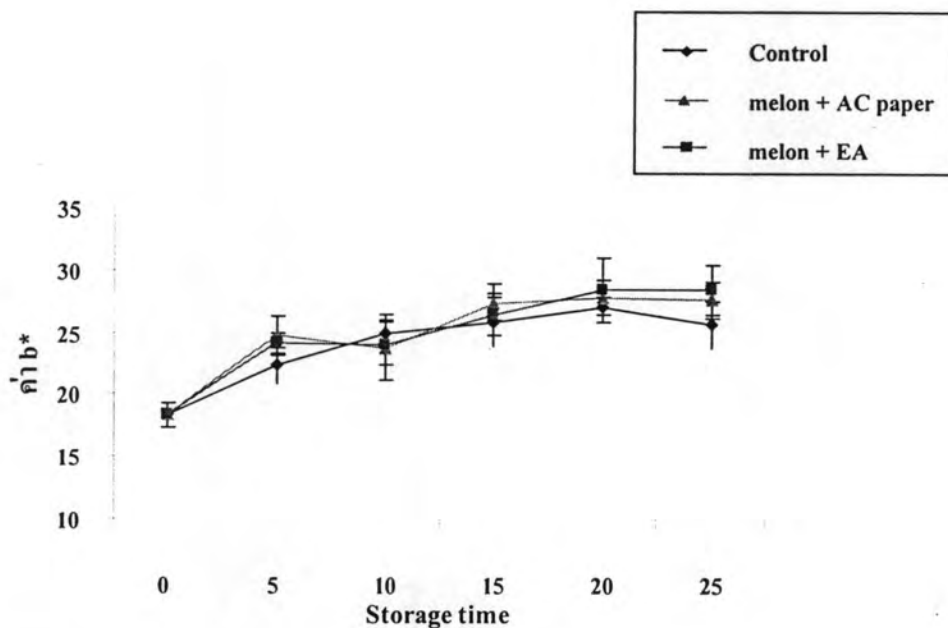


รูปที่ 4.17 ค่า a^* ของเปลือกแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

จากผลการวัดค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกแตงหอมทุกทรีตเมนต์ในแต่ละอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.18 และ 4.19 ซึ่งแสดงว่าเปลือกเริ่มเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองเนื่องจากคลอโรฟิลล์เสื่อมสลาย และค่าที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)



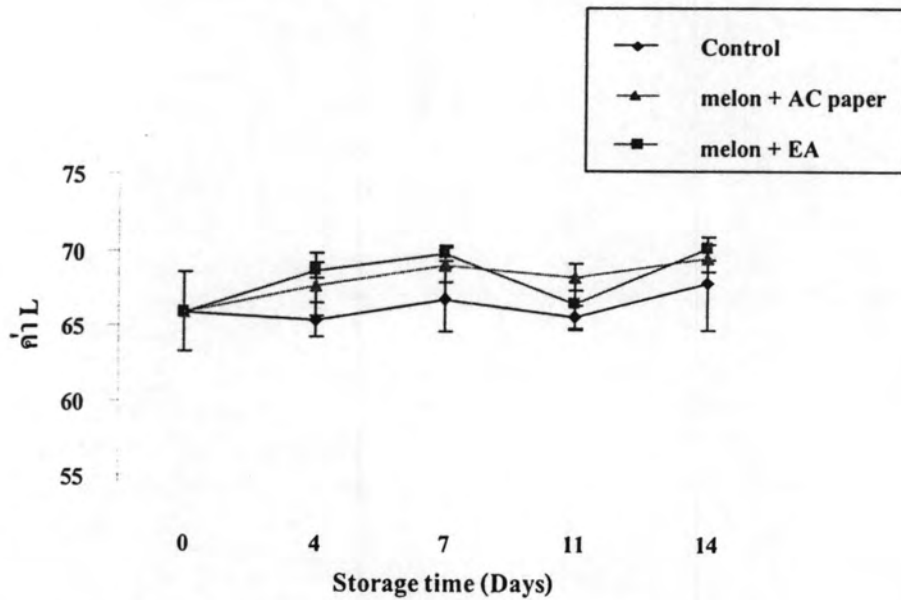
รูปที่ 4.18 ค่า b^* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



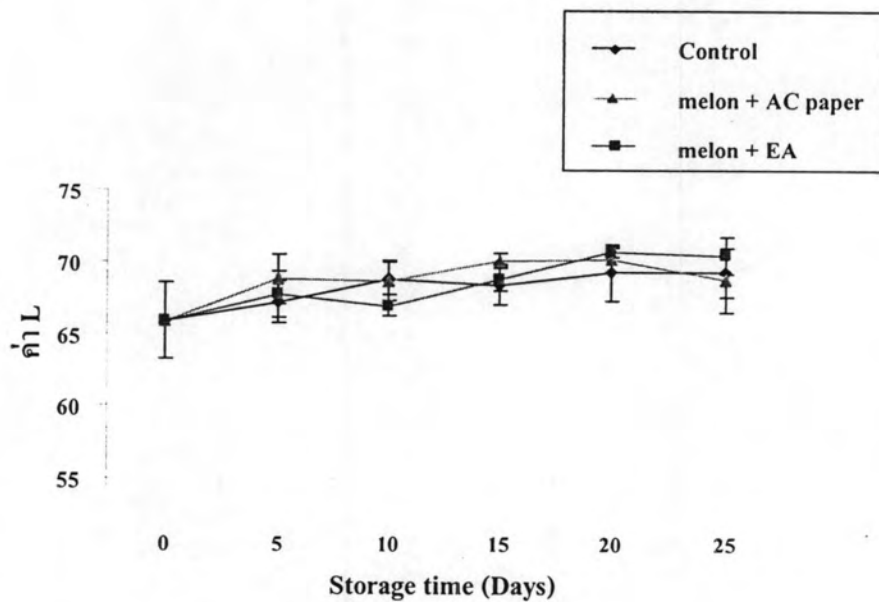
รูปที่ 4.19 ค่า b^* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

4.5.2.2 การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของแตงหอม

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของแตงหอม พบว่าในแต่ละอุณหภูมิค่าความขาวสว่าง (L) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทั้ง 3 ทรีตเมนต์และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละทรีตเมนต์ในระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในรูปที่ 4.20 และ 4.21

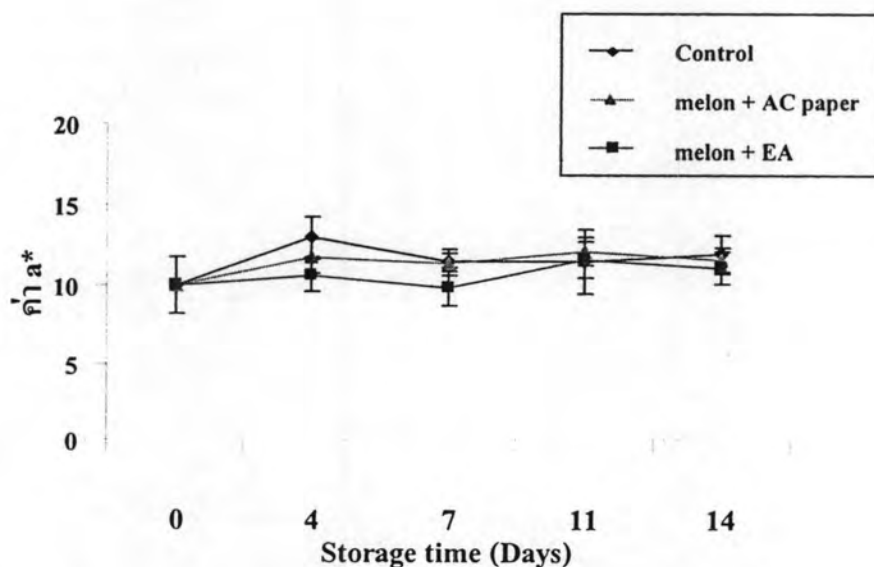


รูปที่ 4.20 ค่า L ของเนื้อแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



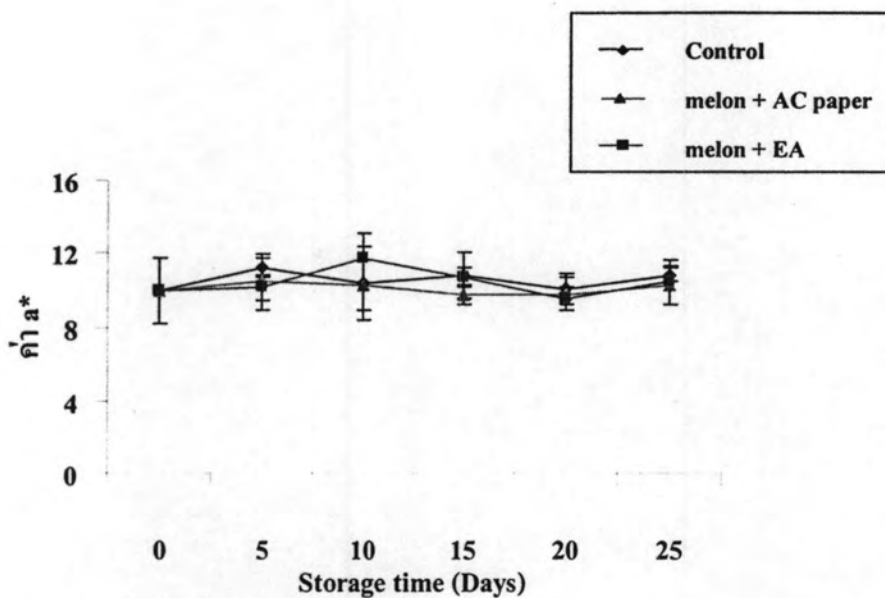
รูปที่ 4.21 ค่า L ของเนื้อแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ค่าสีเขียว-แดง (a^*) ของเนื้อทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาโดย control มีค่าเพิ่มมากที่สุด รองมาเป็น melon + AC paper และ melon + EA ตามลำดับ (รูปที่ 4.22) จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า control มีค่าเพิ่มขึ้นไม่ต่างกับ melon + AC paper แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับ melon + EA ขณะที่ melon + AC paper กับ melon + EA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน พบว่าค่า a^* ของทุกทรีตเมนต์มีค่าลดลง โดยวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบแต่ละทรีตเมนต์ในวันเดียวกันพบว่า control และ melon + AC paper ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ทั้ง 2 ทรีตเมนต์มีความต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับ melon + EA หลังจากนั้นค่า a^* เริ่มคงที่และไม่มีความต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนต์ ส่วนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส control มีค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มเร็วกว่าทรีตเมนต์ melon + AC paper และ melon + EA (รูปที่ 4.23) อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างทรีตเมนต์ในแต่ละวัน การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากในระหว่างการสุกผลิตผลจะเกิดการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์และมีการสร้างเม็ดสีแคโรทีนอยด์ขึ้นมา



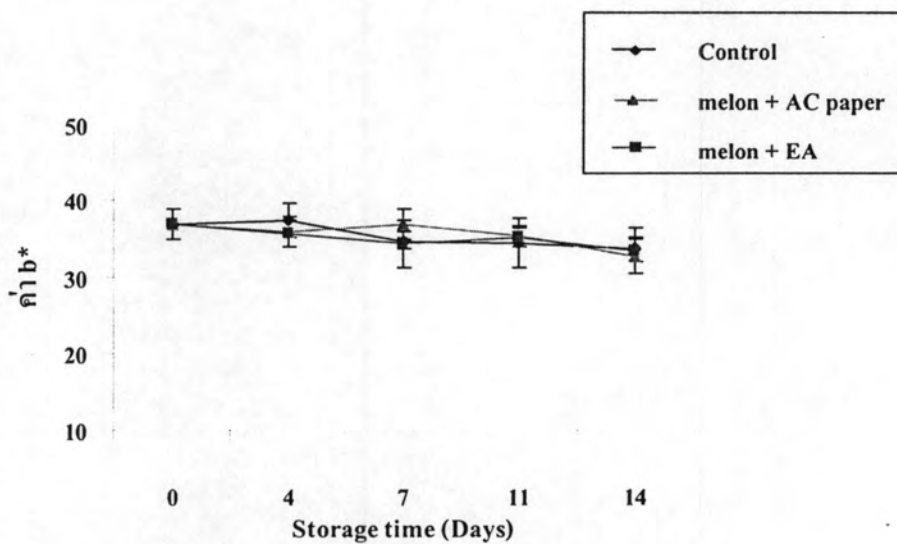
รูปที่ 4.22 ค่า a^* ของเนื้อแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



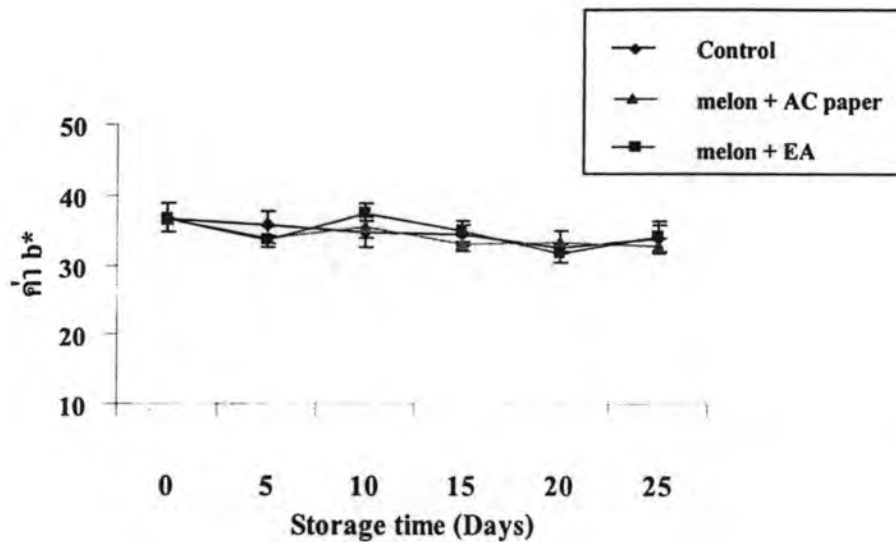


รูปที่ 4.23 ค่า a* ของเนื้อแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) ของเนื้อแตงหอมของทรีตเมนต์ control, melon + EA และ melon + AC paper ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 10 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย (รูปที่ 4.24 และ 4.25) เมื่อเก็บไว้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างทรีตเมนต์ในแต่ละอุณหภูมิ



รูปที่ 4.24 ค่า b* ของเนื้อแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



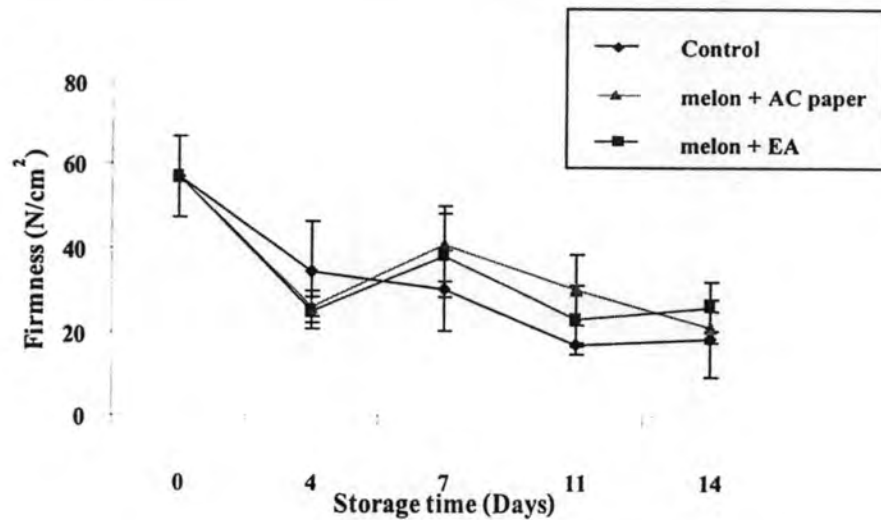
รูปที่ 4.25 ค่า b* ของเนื้อแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 30 และ 10 องศาเซลเซียส ค่าสีก่อนข้างคองที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Miccolis และ Saltveit (1995) ที่ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่มีผลต่อเมลอน 6 พันธุ์ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7, 12 และ 15 องศาเซลเซียส 3 สัปดาห์ และนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่าที่ทุกอุณหภูมิจากการทดลอง สีเปลือกและสีเนื้อก่อนข้างคองที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 3 สัปดาห์

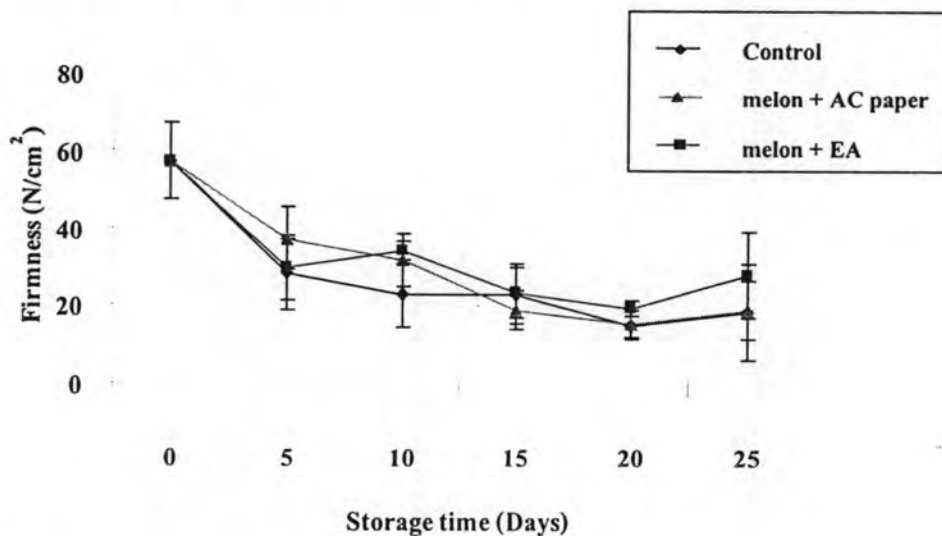
4.5.2.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของแตงหอมพบว่าแตงหอมที่เก็บรักษาในทุกทรีตเมนต์ที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ มีการเปลี่ยนแปลงในแนวโน้มเดียวกัน คือความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลงโดยที่ control จะมีแนวโน้มลดลงมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ อาจเนื่องจากเอทิลีนใน control มีปริมาณสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ที่มีการใช้สารดูดซับเอทิลีน ซึ่งเอทิลีนเป็นตัวเร่งเมตาบอลิซึมต่างๆ รวมทั้งการเสื่อมสลายของผนังเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคติน เป็นองค์ประกอบ จากเดิมที่เพคตินอยู่ในรูป protopectin ที่ไม่ละลายน้ำถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ pectin methylesterase และ polygalacturonase (PG) เปลี่ยนเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ ทำให้เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2542; Eskin, Henderson, and Townsend, 1971) โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทรีตเมนต์ที่มีการดูดซับเอทิลีนมีแนวโน้มของค่าความแน่นเนื้อที่สูงกว่า control เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน (รูปที่ 4.26) ส่วนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทรีตเมนต์ที่มีการดูดซับเอทิลีนมีแนวโน้มที่จะรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าใน control หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6

ถึง 10 วัน (รูปที่ 4.27) หลังจากนั้นจะมีความแน่นเนื้อใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างระหว่าง ทรีดเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ที่แต่ละอุณหภูมิของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Villanueva และคณะ (2004) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบระหว่างการสุกของ muskmelon 2 พันธุ์ ได้แก่ Piel de Sapo และ Rochet โดยวัดปริมาณ pectin substances พบว่าปริมาณ pectin substances ในแดงหอมทั้ง 2 พันธุ์ มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการสุกเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Silva และคณะ (2004) ที่ศึกษาแดงหอมพันธุ์ Védraçais แล้วติดตามการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสในรูปแบบของความแน่นเนื้อ (firmness) พบว่าเนื้อสัมผัสของแดงหอมมีค่า firmness ลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการสุกเนื่องจากมีปริมาณเพคตินลดลง



รูปที่ 4.26 ความแน่นเนื้อของแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

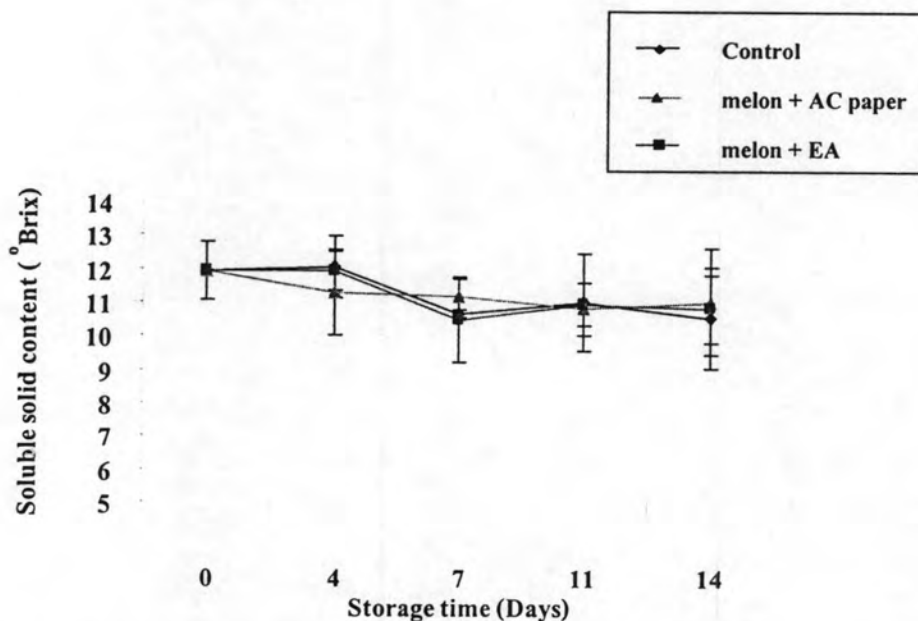


รูปที่ 4.27 ความแน่นเนื้อของแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

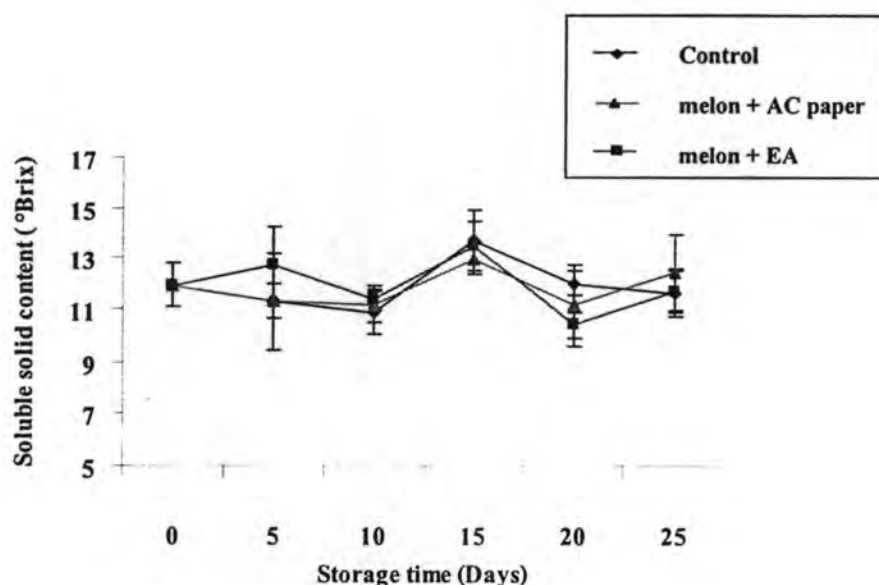
4.5.2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.28) และพบว่า melon + AC paper มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ช้ากว่า control และ melon + EA แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) การที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากผลไม้เมื่อเข้าสู่กระบวนการสุกจะมีการหายใจเพิ่มมากขึ้นทำให้น้ำตาลถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจจึงส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำลดลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2542)

สำหรับการทดลองที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นแนวโน้มมีปริมาณลดลง และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ในระหว่างที่รีดเมนต์เช่นเดียวกับที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.28 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



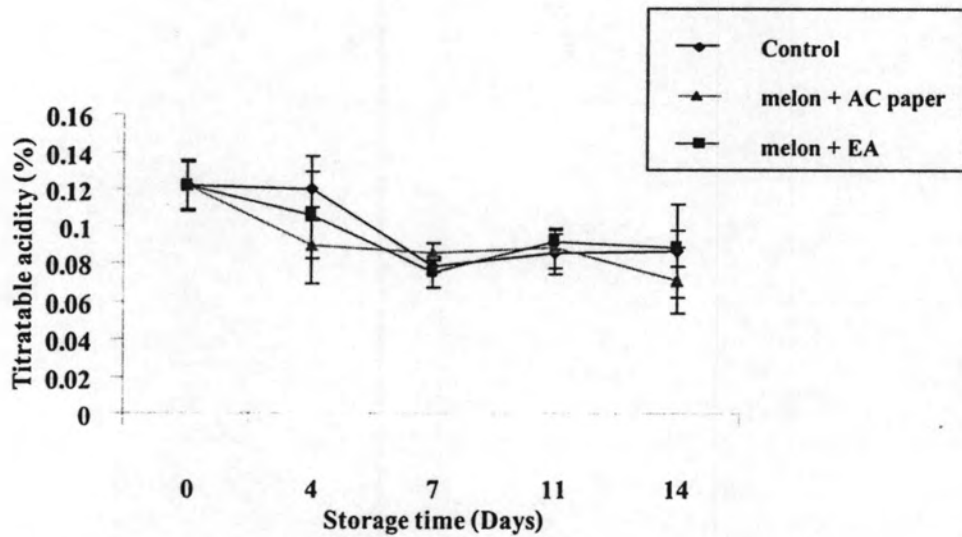
รูปที่ 4.29 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

4.5.2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ใดเตรทได้ในรูปกรดซิตริก

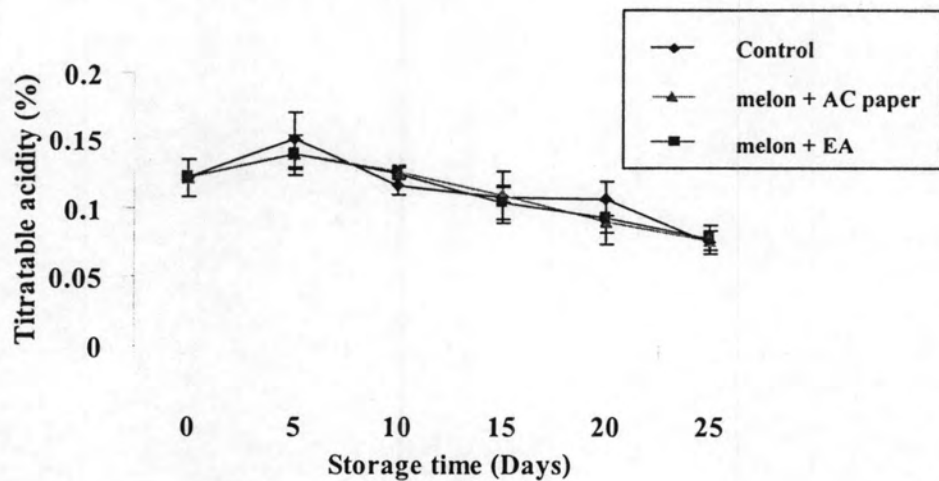
จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ใดเตรทได้ในรูปกรดซิตริก พบว่าตัวอย่างของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ทั้งที่อุณหภูมิ 30 และ 10 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ในระหว่างทรีตเมนต์ดังแสดงในรูป 4.30 และ 4.31 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Villanueva และคณะ (2004) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบระหว่างการสุกของ muskmelon 2 พันธุ์ ได้แก่ Piel de Sapo และ Rochet โดยนำ muskmelon ทั้ง 2 พันธุ์ มาวัดปริมาณ total acidity (TA) พบว่าปริมาณกรดใน muskmelon ทั้ง 2 พันธุ์ มีค่าเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเข้าสู่ระยะ early ripening หลังจากนั้นค่าที่วัดได้จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ กลับไปมีค่าใกล้เคียงกับตอนเริ่มต้น (early immature) การที่ปริมาณกรดลดลงเนื่องจากแตงหอมเป็นผลไม้ประเภท climacteric ที่มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงในระหว่างการสุก ซึ่งกระบวนการหายใจจะมีขั้นตอน Krebs's cycle (Tricarboxylic acid, TCA; Citric acid cycle) ที่ต้องใช้กรดเพื่อเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2542) ทำให้ในช่วงการสุกที่มีอัตราการหายใจสูง กรดจึงถูกใช้ไปปริมาณมาก

จากงานวิจัยของ Silva และคณะ (2004) ซึ่งศึกษาแตงหอมพันธุ์ Védraçais โดยวิเคราะห์ปริมาณกรดด้วยการไทเทรตกับ 0.01 M NaOH แล้วบันทึกค่าเป็น milliequivalents ค่อน้ำหนัก 100 g ของ fresh weight และวิเคราะห์ความเข้มข้นของเอทิลีนโดยใช้เทคนิค Gas Chromatography พบว่าปริมาณกรดในแตงหอม มีค่าลดลงอย่างมากหลังจากวันที่ 25 หลังระยะบานของดอกไม้ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งปริมาณกรดมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีนที่มี

ปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากวันที่ 25 หลังระยะบานของดอกไม้ ซึ่งคณะวิจัยนี้ได้สรุปว่า Organic acid metabolism ในแดงหอม เป็นกระบวนการที่ขึ้นกับเอทิลีน



รูปที่ 4.30 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปของกรดซิตริกของแดงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.31 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปของกรดซิตริกของแดงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

4.5.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภคของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.3) พบว่าในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาตัวอย่าง control มีคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นรส ความหวาน เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ อาจเนื่องจาก control เกิดการสุกก่อน แต่ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาคะแนนการยอมรับในทุกๆ ด้าน ของ melon + AC paper และ melon + EA มีแนวโน้มสูงกว่า control แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน 11 วัน พบว่าทุกทรีตเมนต์มีคะแนนการยอมรับใกล้เคียงกัน นอกจากนี้คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสยังสอดคล้องกับการทดลองค่าความแน่นเนื้อในการทดลองที่ 4.5.2.3 อีกด้วย

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของผู้บริโภคของแตงหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นรส รสหวาน เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคสำหรับตัวอย่างทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ในวันที่ 5, 10 และ 15 ของการเก็บรักษามีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนวันที่ 20 ของการเก็บรักษา melon + AC paper และ melon + EA มีแนวโน้มสูงกว่า control และในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา ทุกทรีตเมนต์มีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ในแต่ละวันพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 โดยการยอมรับของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัส คะแนนมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยอาจเกิดจากในช่วงแรกเนื้อสัมผัสยังแข็งแรง เมื่อแตงหอมเริ่มสุกเนื้อแตงอ่อนตัวลงผู้บริโภคจึงยอมรับมากขึ้น สอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้ในข้อ 4.5.2.3 ส่วนคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่นรส และรสหวานมีคะแนนสูงขึ้นในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในข้อ 4.5.2.4 ที่มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน เนื่องจากในแตงหอมมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบอยู่ค่อนข้างสูงและมีการสะสมน้ำตาลสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อผลไม้มีขนาดโตเต็มที่ (Seymour and McGlasson, 1993) ซึ่งรสหวานมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคส่งผลให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fallik และคณะในปี 2001 ที่ศึกษาการใช้ GC และ mass spectrometric sensor ในการวัดกลิ่นของเมลอน Galia พบว่าปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นด้วย

จากการทดลองประสิทธิภาพของกระดาษใบสับประดที่มีถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษาแตงหอมที่อุณหภูมิ 30 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่าผลการทดลองของทั้ง 2 อุณหภูมิ มีแนวโน้มในทางเดียวกันคือ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาแตงหอมทั้ง 3 ทรีตเมนต์ เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้นาน 14 วัน แต่เก็บรักษาเพื่อวัดการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้เพียง 11 วัน เนื่องจากหลังจากนั้นแตงหอมบางตัวอย่างเริ่มมีการเสื่อมเสียจากเชื้อรา ส่วนแตงหอมที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาแตงหอมที่ 3 ทรีตเมนต์ ได้นาน 25

วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาสั้นกว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถช่วยชะลอการเกิด เมตาบอลิซึมของผักและผลไม้ (Beattie and Wade, 1996)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าผลการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใช้ melon+AC paper แสดงแนวโน้มช่วยยืดอายุการเก็บรักษาแดงหอมได้ดีกว่า control และการที่ผลการทดลองของแดงหอมในทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจากแดงหอมเก็บรักษาไว้ในกล่องกระดาษซึ่งไม่กั้นการซึมผ่านของก๊าซ ทำให้ก๊าซแพร่กระจายไม่ต่างกันในแต่ละทรีตเมนต์

ดังนั้นกระดาษที่ผลิตขึ้นในงานวิจัยนี้จึงมีศักยภาพในการใช้เป็น active packaging เพื่อเป็น ethylene scavenger ในการยืดอายุของผักผลไม้ได้จริง

ตารางที่ 4.3 การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นรส รสหวาน เนื้อสัมผัส และความยอมรับโดยรวมของแดงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

Storage time (Days)	การทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน	melon + AC		
		Control	paper	melon + EA
4	กลิ่นรส	6.73 ^{ns} ± 1.10	5.40 ^{ns} ± 1.55	5.40 ^{ns} ± 1.35
	รสหวาน	6.60 ^{ns} ± 0.74	5.80 ^{ns} ± 1.37	5.80 ^{ns} ± 1.08
	เนื้อสัมผัส	6.20 ^{ns} ± 1.21	6.20 ^{ns} ± 1.32	5.73 ^{ns} ± 1.39
	ความยอมรับโดยรวม	6.33 ^{ns} ± 1.11	5.73 ^{ns} ± 1.62	5.73 ^{ns} ± 1.22
7	กลิ่นรส	4.80 ^{ns} ± 2.14	5.47 ^{ns} ± 1.19	6.40 ^{ns} ± 1.35
	รสหวาน	5.07 ^{ns} ± 2.02	5.47 ^{ns} ± 1.55	6.47 ^{ns} ± 1.36
	เนื้อสัมผัส	4.33 ^{ns} ± 2.02	6.00 ^{ns} ± 1.56	6.03 ^{ns} ± 1.56
	ความยอมรับโดยรวม	4.30 ^{ns} ± 2.09	5.33 ^{ns} ± 1.68	6.30 ^{ns} ± 1.46
11	กลิ่นรส	5.17 ^{ns} ± 1.83	5.90 ^{ns} ± 1.26	5.53 ^{ns} ± 2.00
	รสหวาน	5.07 ^{ns} ± 2.15	5.93 ^{ns} ± 1.58	5.40 ^{ns} ± 1.88
	เนื้อสัมผัส	4.63 ^{ns} ± 1.63	4.93 ^{ns} ± 1.62	5.00 ^{ns} ± 1.51
	ความยอมรับโดยรวม	4.90 ^{ns} ± 2.07	5.10 ^{ns} ± 1.75	4.87 ^{ns} ± 1.73

หมายเหตุ ns หมายถึง ในแต่ละแถวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.4 การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นรส รสหวาน เนื้อสัมผัส และความยอมรับโดยรวมของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Storage time (Days)		melon + AC		
		Control	paper	melon + EA
5	กลิ่นรส	5.55 ^{ns} ± 1.11	5.20 ^{ns} ± 1.55	5.20 ^{ns} ± 1.30
	รสหวาน	5.80 ^{ns} ± 0.75	5.50 ^{ns} ± 1.32	5.50 ^{ns} ± 1.03
	เนื้อสัมผัส	5.45 ^{ns} ± 1.23	5.08 ^{ns} ± 1.33	5.45 ^{ns} ± 1.41
	ความยอมรับโดยรวม	5.60 ^{ns} ± 1.14	5.33 ^{ns} ± 1.61	5.40 ^{ns} ± 1.24
10	กลิ่นรส	5.67 ^{ns} ± 1.84	6.00 ^{ns} ± 1.00	5.87 ^{ns} ± 1.60
	รสหวาน	6.00 ^{ns} ± 1.20	6.13 ^{ns} ± 1.41	6.13 ^{ns} ± 1.55
	เนื้อสัมผัส	5.47 ^{ns} ± 1.41	5.07 ^{ns} ± 1.67	6.00 ^{ns} ± 1.36
	ความยอมรับโดยรวม	5.67 ^{ns} ± 1.50	5.53 ^{ns} ± 1.41	5.77 ^{ns} ± 1.59
15	กลิ่นรส	6.47 ^{ns} ± 1.13	6.20 ^{ns} ± 1.32	6.73 ^{ns} ± 0.80
	รสหวาน	6.80 ^{ns} ± 1.01	6.67 ^{ns} ± 0.98	6.67 ^{ns} ± 1.18
	เนื้อสัมผัส	6.00 ^{ns} ± 1.36	5.93 ^{ns} ± 1.71	6.33 ^{ns} ± 1.05
	ความยอมรับโดยรวม	6.33 ^{ns} ± 1.18	6.27 ^{ns} ± 1.49	6.53 ^{ns} ± 1.13
20	กลิ่นรส	5.20 ^{ns} ± 1.97	6.07 ^{ns} ± 1.33	6.13 ^{ns} ± 1.46
	รสหวาน	5.40 ^{ns} ± 1.99	5.47 ^{ns} ± 2.20	5.73 ^{ns} ± 1.91
	เนื้อสัมผัส	5.73 ^{ns} ± 1.33	6.13 ^{ns} ± 1.64	6.53 ^{ns} ± 0.74
	ความยอมรับโดยรวม	5.30 ^{ns} ± 1.71	5.77 ^{ns} ± 1.74	6.07 ^{ns} ± 1.22
25	กลิ่นรส	5.60 ^{ns} ± 1.92	5.73 ^{ns} ± 1.83	5.53 ^{ns} ± 1.73
	รสหวาน	5.33 ^{ns} ± 1.50	6.20 ^{ns} ± 1.47	6.20 ^{ns} ± 1.90
	เนื้อสัมผัส	4.93 ^{ns} ± 1.94	4.20 ^{ns} ± 1.15	5.27 ^{ns} ± 1.53
	ความยอมรับโดยรวม	4.83 ^{ns} ± 2.00	4.73 ^{ns} ± 1.62	5.23 ^{ns} ± 1.76

หมายเหตุ ns หมายถึง ในแต่ละแถวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%