การศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับมะเขือเปราะตัดขั้วเพื่อการส่งออก

Study of appropriate packaging for exported minimally processed eggplant

อมรา ชินภูติ[1/] เนตรา สมบูรณ์แก้ว[1/] สุพี วนศิรากุล[1/]

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับมะเขือเปราะตัดขั้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือเปราะตัดขั้วเพื่อใช้ในการส่งออก โดยดำเนินการที่สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและผลิตผลเกษตรระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน พ.ศ. 2554 นำมะเขือเปราะพันธุ์น้ำหยดคัดเลือกให้ได้ขนาดที่ต้องการ ทำความสะอาด และตัดส่วนขั้วออก จากนั้นนำมะเขือเปราะที่ตัดขั้วแล้ว (จำนวน 1,440 ผล) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มโดยการสุ่มแบบสมบูรณ์ แต่ละกลุ่มผ่านกรรมวิธีต่างกัน คือ น้ำกลั่นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส น้ำกลั่นอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และ ไม่จุ่มสารละลายชนิดใด (ชุดควบคุม) หลังจากนั้นจัดแบ่งมะเขือเปราะแต่ละกลุ่มเป็น 2 กลุ่มย่อย โดยกลุ่มย่อยที่ 1 บรรจุในถาดพลาสติกโพลิสไตลินและกลุ่มย่อยที่ 2 บรรจุในถาดโพลิโพรพิลิน แต่ละกลุ่มย่อยห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพลิไวนิลคลอไรด์หรือฟิล์มพลาสติกโพลิเอธิลิน และนำมะเขือเปราะทั้งหมดที่ห่อหุ้มแล้วเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน โดยตรวจวัดการสูญเสียน้ำหนักจากมะเขือเปราะรวมในแต่ละแพ็ค ขณะที่สีและความแน่นเนื้อวัดจากมะเขือเปราะทุกผล มะเขือเปราะจากชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือมะเขือเปราะที่จุ่มด้วยน้ำกลั่น 30 องศาเซลเซียส, สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และน้ำกลั่น 15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพีอีมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ห่อหุ้มด้วยพีวีซี มะเขือเปราะที่จุ่มในน้ำกลั่น 15 องศาเซลเซียสและบรรจุในถาดโพลิสไตลินและห่อหุ้มด้วยฟิล์มโพลิเอธิลินมีค่า h° (h°=98: สีขาวอมน้ำตาล) และความแน่นเนื้อสูงกว่ามะเขือเปราะจากกรรมวิธีอื่นตลอดระยะเวลา 20 วัน ผลการทดลองสรุปได้ว่าการจุ่มมะเขือเปราะในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ร่วมกับบรรจุภัณฑ์ถาดโพลิสไตลินและห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพลิเอธิลิน สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเปราะตัดขั้วได้ เป็นเวลา 20 วัน ณ อุณหภูมิการเก็บรักษา 15 องศาเซลเซียส

[1/] สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

คำนำ

แบบรวดเร็ว (Hot water branching) การใช้สารต่อต้านการเกิดสีน้ำตาล (Anti-browning Agents) และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม สารต่อต้านการเกิดสีน้ำตาล สามารถจำแนกได้ 4 ประเภท (Barbosa-Cánovas *et al*., 2003) ได้แก่ 1).สารที่กำจัดก๊าซออกซิเจน 2).สารที่สามารถรวมตัวกับโลหะ ซึ่งพบมากในเอนไซม์โพลีฟินอล ออกซิเดซ เป็นเอนไซม์สำคัญที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล 3).สารที่ให้ความเป็นกรด และ 4).สารที่ยับยั้งเอนไซม์ มีการผลทดลองรายงานว่าสารละลายที่ได้จากการผสมสารมากกว่า 1 ชนิด ซึ่งนอกจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าแล้ว ยังช่วยลดอัตราการเกิดโรคและคงความแน่นเนื้อให้ผักและผลไม้ตัดแต่งได้อีกด้วย (Apintanapong และคณะ, 2007 และ Kader, 2008)

การใช้บรรจุภัณฑ์โดยเฉพาะพลาสติกห่อหุ้มผักตัดแต่ง เป็นการปรับสภาพบรรยากาศรอบๆ ผลิตผล (Modified Atmosphere; MA) ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำและป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถลดอาการสะท้านหนาว (Chilling injury) ได้อีกด้วย (Paull และ Rohrbach, 1985) ด้วยคุณสมบัติข้างต้นทำให้พลาสติกได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดตัดแต่ง ตัวอย่างเช่น Complex Laminated Film สามารถรักษาสีและความสดของกะหล่ำปลีหั่นฝอยได้นาน 10 วัน (Lopez-Galvez, 2010) ขณะที่ฟิล์ม polypropylene (PP) สามารถรักษาค่าความสว่างและสีแดงในเนื้อมะเขือเทศหั่นชิ้น ได้นาน 10 วัน (Artes และคณะ, 1999) และ Sivakumar และ Korsten รายงานเมื่อปี 2006 ว่าพลาสติก polyethylene (PE) ช่วยยืดอายุของลิ้นจี่ตัดแต่งได้นานถึง 13 วัน โดยลิ้นจี่ยังไม่เกิดสีคล้ำและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับได้

ปัจจุบันบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุมะเขือเปราะเพื่อวางจำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ตหรือส่งออก นิยมใช้ถาดโฟมและฟิล์ม polyvinyl chloride (PVC) ซึ่งมีราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่าย อย่างไรก็ตามสารเคมีจากฟิล์ม PVC โดยเฉพาะ plasticiser ได้แก่ di-(2-ethylhexyl) adipate (DEHA) ซึ่งทำให้ฟิล์ม PVC มีความใสและยืดหยุ่น สาร DEHA สามารถปนเปื้อนกับอาหารที่ถูกห่อหุ้มได้โดยตรง และเป็นสารกระตุ้นให้เกิดมะเร็งและทำลายระบบฮอร์โมนสำหรับควบคุมการไหลเวียนของโลหิต (WDDTY, 2004) ในสหภาพยุโรปมีการควบคุมปริมาณของ DEHA ในการผลิตฟิล์ม PVC โดยเมื่อใช้ห่อหุ้มอาหารแล้ว อนุญาตให้มีการปนเปื้อนของ DEHA ในอาหารที่ถูกห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ไม่เกิน 18 ส่วนใน 1 ล้านส่วนของอาหาร ขณะที่ประเทศญี่ปุ่นห้ามใช้พลาสติกพีวีซีในการเตรียมและบรรจุอาหาร เช่น ห้ามใช้ถุงมือที่ทำจาก PVC ในการเตรียมอาหาร ฟิล์มที่สามารถทดแทนฟิล์ม PVC เช่น ฟิล์ม PE ซึ่งเป็นพลาสติกที่ไม่มีการเติมสาร plasticiser จึงไม่ทำให้เกิดสารปนเปื้อนในอาหารและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ขณะที่ถาดโฟมที่ใช้ในปัจจุบันจัดเป็นพลาสติกชนิด polystyrene (PS) เป็นพลาสติกที่สามารถนำ

กลับมาแปรรูปได้ใหม่ แต่จะได้คุณภาพพลาสติกที่ต่ำลงและมีต้นทุนสูงในการแปรรูป จึงไม่นิยมนำพลาสติกชนิดนี้กลับมาแปรรูปใช้ใหม่ (พัชรี, 2552) ขณะที่การเผาทำลาย PS ก่อให้เกิดก๊าซพิษสไตรีนออกไซด์ ซึ่งทำให้เกิดมะเร็งได้ อย่างไรก็ตามถาด PS สามารถหาซื้อได้สะดวกกว่าถาดพลาสติกชนิดอื่น สำหรับถาดพลาสติกชนิดอื่นๆ ที่สามารถใช้บรรจุอาหารและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เช่น ถาดพลาสติก PP ซึ่งสามารถนำพลาสติกที่ใช้แล้วกลับมาแปรรูปได้ใหม่โดยที่คุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง จึงอาจเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ส่งออกเพื่อใช้บรรจุผลิตผลสดส่งจำหน่ายยังต่างประเทศ ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อหาวิธีการและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือเปราะตัดขั้วเพื่อใช้ในการส่งออก

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. มะเขือเปราะพันธุ์น้ำหยด
2. กรดแอสคอร์บิค และแคลเซียมคลอไรด์ (Fisher ประเทศอังกฤษ)
3. อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เช่น ตู้เย็น เครื่องชั่ง ถังน้ำ ฟิล์มและถาดพลาสติก
4. มะเขือเปราะพันธุ์น้ำหยด
5. กรดแอสคอร์บิค และแคลเซียมคลอไรด์ (Fisher ประเทศอังกฤษ)
6. อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เช่น ตู้เย็น เครื่องชั่ง ถังน้ำ ฟิล์มและถาดพลาสติก

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ (จำนวน 10 ผล/ถาด/ซ้ำ) ต่อกรรมวิธี จำนวน 16 กรรมวิธี โดยปัจจัยที่ 1 คือชนิดของสารต้านการเกิดสีน้ำตาล ปัจจัยที่ 2 คือชนิดของฟิล์มพลาสติก และปัจจัยที่ 3 คือชนิดของถาดพลาสติก ดังนี้

กรรมวิธี	สารละลายต้านการเกิดสีน้ำตาล	ฟิล์มพลาสติก	ถาดพลาสติก
1	น้ำอุณหภูมิ 15°C	PE	PS
2	น้ำอุณหภูมิ 15°C	PE	PP
3	น้ำอุณหภูมิ 15°C	PVC	PS
4	น้ำอุณหภูมิ 15°C	PVC	PP
5	น้ำอุณหภูมิห้อง (30°C)	PE	PS
6	น้ำอุณหภูมิห้อง (30°C)	PE	PP
7	น้ำอุณหภูมิห้อง (30°C)	PVC	PS
8	น้ำอุณหภูมิห้อง (30°C)	PVC	PP

9	สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5%	PE	PS
10	สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5%	PE	PP
11	สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5%	PVC	PS
12	สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5%	PVC	PP
13	ไม่จุ่มสารใดๆ	PE	PS
14	ไม่จุ่มสารใดๆ	PE	PP
15	ไม่จุ่มสารใดๆ	PVC	PS
16	ไม่จุ่มสารใดๆ	PVC	PP

นำมะเขือเปราะพันธุ์น้ำหยดจากแปลงเกษตรกร อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี มายังห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร (สวป.) โดยรถบรรทุกสี่ล้อขนาดเล็กไม่ปรับอากาศ และถึง สวป. ภายในวันเดียวกับวันเก็บเกี่ยว นำมะเขือเปราะเก็บที่ 15°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อลดอุณหภูมิภายในผล (pre-cooling) หลังจากนั้นคัดเลือกเฉพาะผลที่ดีไม่มีอาการของโรค

จัดแบ่งมะเขือเปราะที่ผ่านขั้นตอนการล้างทำความสะอาด จำนวน 1,440 ผล ออกเป็น 4 กลุ่มโดยการสุ่มแบบสมบูรณ์ แต่ละกลุ่มมีมะเขือเปราะจำนวน 360 ผล จากนั้นทำการตัดขั้วและกลีบขั้วผลในแต่ละกลุ่มด้วยมีดจุ่มมะเขือเปราะด้านรอยตัดลงในน้ำเปล่า (ระดับน้ำสูงจากพื้นถาดประมาณ 1.5 เซ็นติเมตร) มะเขือเปราะแต่ละกลุ่มจุ่มสารละลายต้านการเกิดสีน้ำตาลต่างกัน คือ น้ำกลั่นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส น้ำกลั่นอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และ ไม่จุ่มสารละลายชนิดใด (ชุดควบคุม) แต่ละกลุ่มจุ่มสารละลายนาน 5 นาที และซับน้ำส่วนเกินออกจากผิวมะเขือเปราะ หลังจากนั้นจัดแบ่งมะเขือเปราะแต่ละกลุ่มเป็น 2 กลุ่มย่อย โดยกลุ่มย่อยที่ 1 บรรจุในถาดโฟม (polystyrene; PS) และกลุ่มย่อยที่ 2 บรรจุในถาดพลาสติก polypropylene (PP) แต่ละกลุ่มย่อยห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC) หรือฟิล์มพลาสติก polyethylene (PE) และนำมะเขือเปราะทั้งหมดที่ห่อหุ้มแล้วเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 20 วัน (ภาพที่ 1)

ทำการตรวจคุณภาพมะเขือเปราะระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (%) สีบริเวณรอยตัด (เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-400 ระบบ L* C* h°) และความแน่นเนื้อ (เครื่องวัดความแน่นเนื้อ Sinclair IQ™ ยี่ห้อ Sinclair รุ่น SIQ-FT) ทำการตรวจในวันที่ 0 2 5 9 14 และ 20 ของการเก็บรักษา

เวลาและสถานที่ มกราคม–กันยายน 2554
สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ทำความสะอาด ตัดขั้ว

และแช่สารละลาย

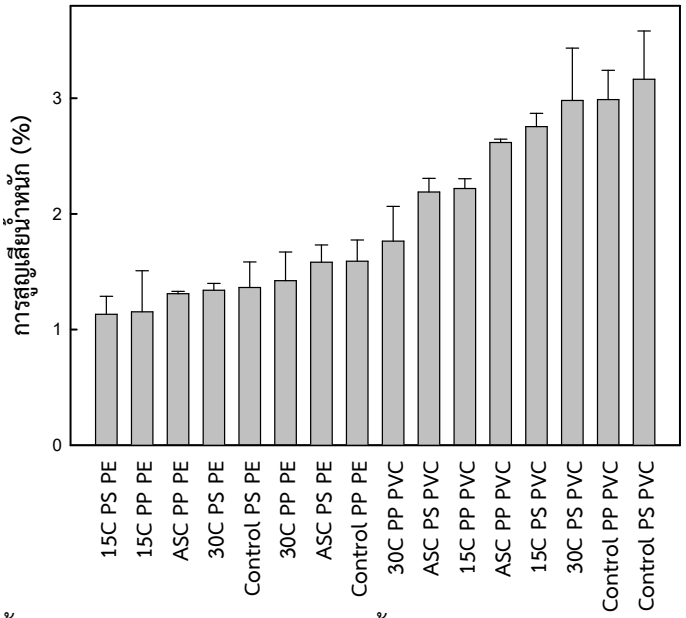
บรรจุในถาดและห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

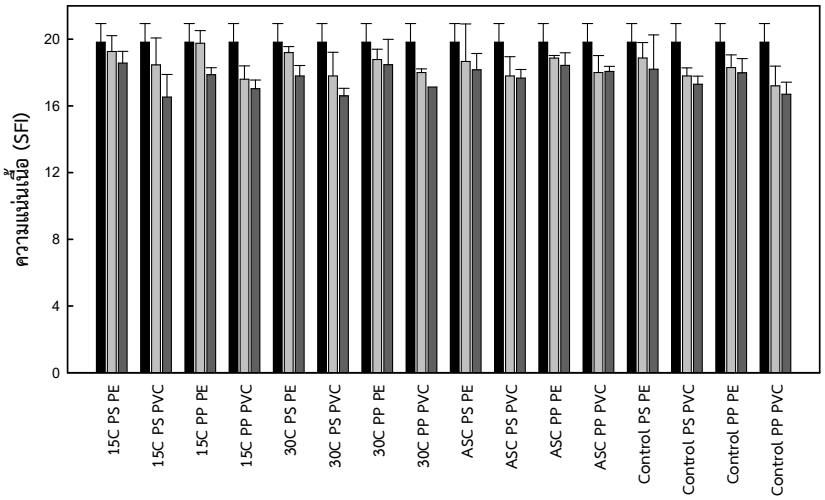
ชนิดของสารต้านการเกิดสีน้ำตาลและชนิดฟิล์มพลาสติกมีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำหนักของมะเขือเปราะตัดแต่ง โดยตัวอย่างจากชุดการทดลองด้วยน้ำ 15°C และน้ำอุณหภูมิห้อง มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าตัวอย่างที่จุ่มในสารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 1.071 1.266 1.442 และ 1.496 ตามลำดับ ขณะที่ฟิล์ม PVC ทำให้มะเขือเปราะตัดแต่งมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าฟิล์ม PE เนื่องจากฟิล์ม PVC มีคุณสมบัติยอมให้ไอน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ซึมผ่านออกสู่ภายนอกได้มากกว่าฟิล์ม PE โดยฟิล์ม PVC สามารถให้ไอน้ำซึมผ่านได้ 20-40 กรัม/ตารางเมตร/24 ชั่วโมง

(ที่อุณหภูมิ 38°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%) ขณะที่การซึมผ่านของไอน้ำผ่านฟิล์ม PE อยู่ที่ระดับ 18 กรัม/ตารางเมตร/24 ชั่วโมง (Greengrass, 1998) ดังนั้นน้ำในมะเขือเปราะที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE จึงถูกดึงออกสู่อากาศในอัตราที่ต่ำกว่าตัวอย่างที่ห่อหุ้มด้วย PVC ทำให้มะเขือเปราะในกลุ่ม PVC สูญเสียน้ำหนักสูงกว่ากลุ่ม PE มะเขือเปราะในทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากเซลล์พืชโดยเฉพาะผนังเซลล์อ่อนแอลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา น้ำและสารสำคัญอื่นๆ ภายในเซลล์จึงหลุดรอดออกสู่ภายนอกได้มากยิ่งขึ้น ถึงแม้ชนิดของถาดพลาสติกไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของมะเขือเปราะในการทดลองนี้ แต่พบว่าอิทธิพลร่วมของสารละลาย ฟิล์ม และถาดพลาสติกสามารถทำให้น้ำหนักของมะเขือเปราะเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2)



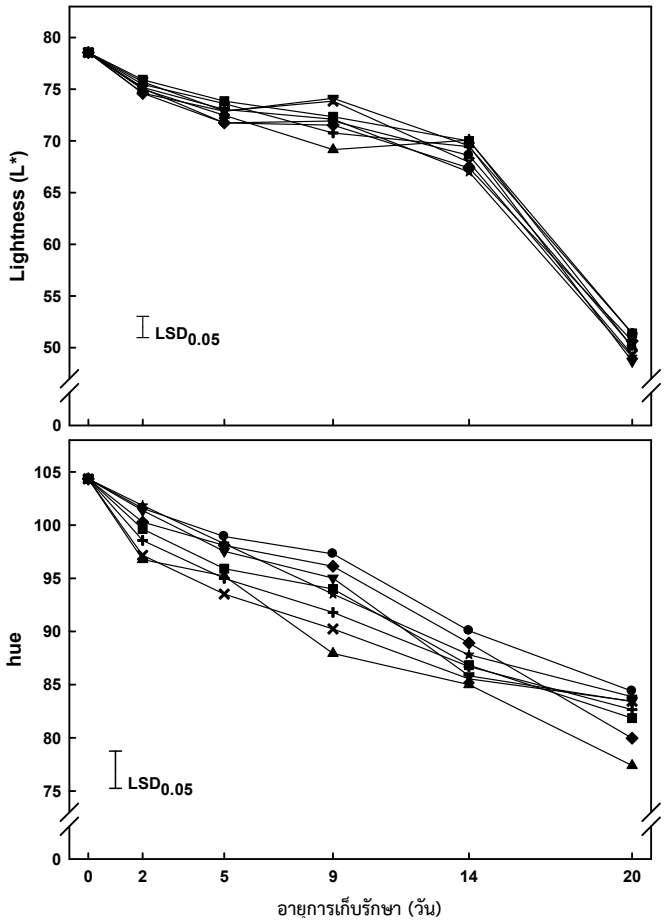
ภาพที่ 2 การสูญเสียน้ำหนัก (%) ของมะเขือเปราะตัดขั้วจากกรรมวิธีต่างๆ หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 20 วัน (แต่ละแท่งแผนภูมิคือค่าเฉลี่ยของมะเขือเปราะ 70 ผล)

สารต้านการเกิดสีน้ำตาลไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะตัดแต่ง สอดคล้องกับผลการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายในการป้องกันการเกิดผลสีน้ำตาลในมะเขือเปราะ ซึ่งไม่พบความแตกต่างของความแน่นเนื้อในมะเขือเปราะที่จุ่มในน้ำ 15°C, 30°C และ สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ชนิดของถาดพลาสติก PS และ PP ไม่มีอิทธิพลต่อความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะตัดขั้ว ขณะที่ชนิดฟิล์มมีผลต่อความแน่นเนื้อ โดยมะเขือเปราะที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE มีความแน่นเนื้อสูงกว่าห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ($P<0.001$) โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 20 วัน เป็น 18.17 และ 17.45 SFI (Sincliar Firmness Index) ตามลำดับ และความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะในทุกกรรมวิธีลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน (ภาพที่ 3) การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อมีความสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนัก ($r = -0.864$) โดยมะเขือเปราะที่สูญเสียน้ำหนักมากจะมีความแน่นเนื้อต่ำกว่า



ภาพที่ 3 ความแน่นเนื้อ (SFI) ของมะเขือเปราะตัดขั้วจากกรรมวิธีต่างๆ ในวันที่ 0 (■) 9 (■) และ 20 (■) ของการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 15°C (แต่ละแท่งแผนภูมิคือค่าเฉลี่ยของมะเขือเปราะ 15 ผล)

ความสว่างบริเวณรอยตัด (L*) และค่าสี (h°) ของมะเขือเปราะที่จุ่มในน้ำ 15°C มีค่าเฉลี่ย 69.93 และ 90.71 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่น แสดงถึงประสิทธิภาพของน้ำ 15°C ในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือเปราะตัดขั้วได้เป็นอย่างดี ชนิดของฟิล์มพลาสติกและถาดที่บรรจุไม่มีผลทางสถิติต่อค่า L* และ h° บริเวณรอยตัด แต่อิทธิพลร่วมระหว่างสารต้านการเกิดสีน้ำตาลและชนิดของฟิล์มพลาสติกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีบริเวณรอยตัดของมะเขือเปราะ โดยมะเขือเปราะที่จุ่มด้วยน้ำ 15°C และห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE มีค่า h° เท่ากับ 51.38 ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าสูงกว่ามะเขือเปราะจากกรรมวิธีอื่น (มีสีน้ำตาลน้อยกว่าวิธีการอื่น) (ภาพที่ 4) อย่างไรก็ตามสีของรอยตัดมีแนวโน้มคล้ำมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่า L* C* และ h° ลดลง



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L*) และ ค่าสีน้ำตาล (hue) บริเวณรอยตัดของมะเขือเปราะที่จุ่มด้วยน้ำ 15°C หุ้มด้วย PE (●) จุ่มด้วยน้ำ 15°C หุ้มด้วย PVC (■) จุ่มด้วยน้ำ 30°C หุ้มด้วย PE (✚) จุ่มด้วยน้ำ 30°C หุ้มด้วย PVC (✖) สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% หุ้มด้วย PE (◆) สารละลายกรดแอสคอร์บิค 1.5% + แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% หุ้มด้วย PVC (★) ไม่จุ่มสารใดๆ หุ้มด้วย PE (▲) และ ไม่จุ่มสารใดๆ หุ้มด้วย PVC (▼) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 20 วัน (กำหนดให้ LSD แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หากจุดสัญลักษณ์มีค่าต่างกันน้อยกว่าค่า $LSD_{0.05}$ แสดงว่าจุดสัญลักษณ์เหล่านั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ละจุดสัญลักษณ์คือค่าเฉลี่ยของมะเขือเปราะ 15 ผล)

เมื่อเปรียบเทียบมะเขือเปราะจากทุกๆ กรรมวิธีพบว่า มะเขือเปราะที่ผ่านกรรมวิธีที่ 1 คือ น้ำอุณหภูมิ 15°C ถาดพลาสติก PS และ ฟิล์มพลาสติก PE มีสีที่รอยตัดสว่างและไม่คล้ำ โดยมีค่า L* และ h° สูง มีความแน่นเนื้อสูง และมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีที่ 1 เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัดบริเวณขั้วและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวในมะเขือเปราะตัดแต่ง ณ อุณหภูมิ 15°C เป็นระยะเวลา 20 วัน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การจุ่มมะเขือเปราะในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 15 °C บรรจุในถาดโพลิสไตลิน (PS) และห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพลิเอธิลิน (PE) สามารถรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว โดยรักษาสีบริเวณรอยตัดไม่ให้ดำคล้ำ ลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก และคงความแน่นเนื้อ เป็นเวลา 20 วัน ณ อุณหภูมิการเก็บรักษา 15 °C

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถเผยแพร่วิธีการเตรียมมะเขือเปราะตัดขั้วพร้อมทั้งชนิดของบรรจุภัณฑ์ให้แก่ผู้ประกอบการ ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถรักษาคุณภาพของมะเขือเปราะตัดแต่งและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

พัชรี ลิ้มสุวรรณ. 2552. สไตรีนมักถูกนำไปใช้เป็นภาชนะในการบรรจุอาหาร ท่านทราบหรือไม่ว่ามันแฝงอันตรายไว้มากมาย. Available online: http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=69, Accessed on 15 February 2012.

Apintanapong, M., Cheachumluang, K., Suansawan, P. and Thongprasert, N. 2007. Effect of antibrowning agents on banana slices and vacuum-fried slices. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5: 151-157.

Artes, F., Conesa, M.A., Hernandez, S., Gill, M. 1999. Keeping quality of fresh-cut tomato. *Post harvest Biology and Technology*, 17: 153-162.

Barbosa-Cánovas, G.V., Fernández-Molina, J.J., Alzamora, S.M., Tapia, M.S., López-Malo, A. and Chanes, J. 2003. *Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas*. Technical Manual FAO Agricultural Services Bulletin 149. Available online: http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4358E/y4358e00.htm#Contents, Accessed on: 5 February 2012.

Greengrass, J. 1998. Packaging materials for MAP foods. In: B. A. Blakistone (ed.) *Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods*. 2nd edn. Blackie Academic and Professional, London, pp. 63–101.

Kader, A.A. 2008. Fresh-cut mangoes as a value-added product (Literature review and interviews). Available online: http://www.mango.org/media/31003/fresh_cut_report.pdf, Accessed on: 7 January 2012.

López-Gálvez, F., Gil, M., Truchado, P., Selma, M.V., Allende, A. 2010. Cross-contamination of fresh-cut lettuce after a short-term exposure during pre-washing cannot be controlled

after subsequent washing with chlorine dioxide or sodium hypochlorite. *Food Microbiol*ogy. 27(2):199-204.

Paull, R.E. and Rohrbach, K.G. 1985. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 110: 100-105.

Sivakumar, D. and Korsten, L. 2006. Influence of modified atmosphere packaging and postharvest treatments on quality retention of litchi cv. Mauritius, *Postharvest Biology and Technology,* 41: 135-142.

WDDTY (what doctors don't tell you). 2004. Available online: www.wddty.com, Accessed on **12.**

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะปรากฏของรอยตัดของมะเขือเปราะตัดขั้วที่ผ่านการแช่ในน้ำอุณหภูมิ 15°C และ (ก) บรรจุในถาด PP หุ้มด้วยฟิล์ม PE (ข) ถาด PP ห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC (ค) ถาดโฟมห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PE (ง) ถาดโฟมห่อด้วยฟิล์ม PVC เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 15oC เป็นเวลา 20 วัน