



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษา  
ผักและผลไม้แกะสลัก

(Improvement of Quality and Extension Storage Life  
of Carved Fruits and Vegetables)

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ หัวหน้าโครงการวิจัย  
ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนานนท์ ผู้วิจัย

กันยายน 2556

รหัสโครงการ.....

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บ  
รักษาผักและผลไม้แกะสลัก  
(Improvement of Quality and Extension Storage Life  
of Carved Fruits and Vegetables)

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ หัวหน้าโครงการวิจัย  
ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์ ผู้วิจัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สนับสนุนโดย สำนักบริการโครงการส่งเสริมการวิจัย  
ในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ  
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักบริการโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ในทำการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือ และสุดท้ายขอขอบคุณ คุณพุดกรอง พันธุ์อุโมงค์ คุณพิพรรณ ตั้งใจดี ที่ช่วยเหลือระหว่างทำการทดลอง คุณรติมา กานต์ ห้วยหงษ์ทอง ที่ช่วยเหลือการจัดทำรูปเล่มรายงานอย่างสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

กรกฎาคม 2556



ชื่อเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก  
ผู้เขียน จอมขวัญ สุวรรณรักษ์  
นริยา รัตนพานนท์  
พ.ศ. 2556

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษารูปแบบการแกะสลักผักและผลไม้สด 5 ชนิด ได้แก่ พักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นลายดอกไม้และใบไม้ รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา วิธีการปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก ผลการทดลองพบว่า การแกะสลักลายใบไม้ กระตุ้นให้มีอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน และเกิดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มากกว่าลายดอกไม้ (ดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชันและดอกบัวสาย) ซึ่งผันแปรขึ้นอยู่กับขนาดของบาดแผลและพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ผลการศึกษาการใช้สารฆ่าเชื้อคือสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสिटิก (ความเข้มข้น 60 และ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในผักและผลไม้สดแกะสลักทั้ง 5 ชนิดได้ดีกว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (ความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัมต่อลิตร) การใช้สารปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ (ความเข้มข้น 0.5-1.5%) แคลเซียมแล็กเตต (ความเข้มข้น 0.5-2%) และแคลเซียมโพรพิโอเนต (ความเข้มข้น 0.5-2%) ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อของผักและผลไม้สด 5 ชนิดได้ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

ผลการศึกษาการใช้สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสिटิก (80 มิลลิกรัมต่อลิตร, 3 นาที) ร่วมกับปรับสารปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส (0.5% แคลเซียมคลอไรด์, 1.5% แคลเซียมแล็กเตต และ 2% แคลเซียมโพรพิโอเนต, 2 นาที) และสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ในผักและผลไม้สด 5 ชนิดที่แกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกบัวสายที่เก็บรักษาในกล่องพลาสติกใส มีฝาปิดสนิทที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส และนำออกมาวางไว้ที่  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงทุกวันเลียนแบบการนำออกมาใช้งานจริงในการวางประดับจานอาหารจนถึงสุดอายุการเก็บรักษา พบว่า การใช้สารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% มีประสิทธิภาพดีกับผักและผลไม้สดที่มีสี ได้แก่ พักทอง แครอท และแคนตาลูป ส่วนหัวไชเท้าและแตงกวาญี่ปุ่น การจุ่มในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) มีลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด รองลงมา คือ การจุ่มในสารละลายแคลเซียมโพรพิโอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสिटิก 80 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อนำตัวอย่างผักและผลไม้สด 5 ชนิดที่แกะสลักลายดอกไม้ (ดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชัน และดอกบัวสาย) ที่จุ่มในสารละลายดังกล่าว มาเก็บรักษาอุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียสในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท พบว่า พักทองแกะสลักลายดอกไม้ทั้งสองชนิดมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน แครอทแกะสลักลายดอกไม้ ทั้งสองชนิดมีอายุการเก็บรักษา



12 วัน หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกไม้ ทั้งสองชนิดมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 9 วัน แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 9 และ 6 วัน ตามลำดับ และแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสาย มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน การจุ่มหัวไชเท้าและแตงกวาญี่ปุ่นในน้ำกลั่น ทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้น จึงควรเลือกใช้การจุ่มในสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ รักษาลักษณะปรากฏ และยืดอายุการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ



**Title** Improvement of Quality and Extension of Storage Life of Carved Fruits and Vegetables

**Author** Jomkhwun Suwannarak  
Nithiya Rattanapanone

**Year** 2013

### Abstract

The objective of this research was to find the suitable types of carving style for five fruits and vegetables, e.g., pumpkin, carrot, radish, cantaloupe and Japanese cucumber. Physiological changes and methods to improve quality and extend shelf-life were also studied. The results showed that the leave-carved operations stimulated the respiration rate, ethylene production and the electrolyte leakage more than flower-carved operations. These responses depended on the size of wound and surface area that contacted with atmospheric oxygen. Two concentrations of peroxyacetic acid (60 and 80 mg/L) solutions showed the efficacy in reducing microorganism populations better than sodium hypochlorite (50 and 75 mg/L). The three firming agents of calcium chloride (0.5-1.5%), calcium lactate (0.5-2%) and calcium propionate (0.5-2%) could improve texture at different concentrations. The combination effects of peroxyacetic acid (80 mg/L) and firming agents (0.5% calcium chloride, 1.5% calcium lactate and 2% calcium propionate) and/or 0.25 and 0.5% of chitosan coating were applied on rose and lotus-carved fruits and vegetables. All off flower-carved fruits and vegetables were stored at  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  in clamshell container. Then, they were placed in a control temperature chamber at  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  every day for 3 hours until the end of shelf-life. The results showed that 0.25 and 0.5% chitosan coating had the best coating solutions for extended shelf-life of carved pumpkin, carrot and cantaloupe. The control treatment, dipped in tap distilled water, showed the suitable treatment for rose-carved radish and lotus-carved Japanese cucumber. The best chemical treatment for each fruit and vegetable was repeated in the storage experiment and then they were stored at  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  in clamshell containers to determine the shelf-life of three carved fruits and vegetables (rose, carnation and lotus). The shelf-life of two styles of flower from carved pumpkin did not exceed 6 days. Carved carrot in rose and carnation flowers had shelf-life for 12 days, while radish was not more than 9 days. The shelf-life of

rose and carnation carved cantaloupe did not exceed 9 and 6 days, respectively. Lotus-carved Japanese cucumber had shelf-life for 6 days. Carved radish and Japanese cucumber were dipped in tap distilled water which had high initial microbial population that caused the short shelf-life. Thus, the application of 2% calcium propionate and 80 mg/L peroxyacetic acid was the suitable treatment for reducing microbial population and improving the appearance quality and extended shelf-life.



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญแผนภูมิ	ต
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 การแกะสลักผักและผลไม้	5
2.2 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สด	8
2.3 การปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารละลายเกลือแคลเซียม	10
2.4 การปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารเคลือบผิวไคโทซาน	12
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
3.1 วัตถุประสงค์	14
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี	15
3.3 วิธีการทดลอง	16
3.4 สถานที่ที่ใช้ในการทำวิจัย	33
บทที่ 4 ผลการทดลอง	34
การทดลองที่ 1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีที่เป็นสารฆ่าเชื้อ (sanitizer) ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักและผลไม้สดแกะสลัก	34
การทดลองที่ 2 ผลการศึกษาชนิดและและความเข้มข้นของสารเพิ่มความแน่นเนื้อ (firming agent) ที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สดแกะสลัก	39

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
การทดลองที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างขั้นตอน การแกะสลักผักและผลไม้สด	44
การทดลองที่ 4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลัก เพื่อใช้ตกแต่งจานอาหารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5\pm 1/25\pm 1$ องศาเซลเซียส	53
การทดลองที่ 5 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่ อุณหภูมิ $5\pm 1$ องศาเซลเซียส ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	65
บทที่ 5 อภิปรายผลการทดลอง	81
บทที่ 6 สรุป	87
ผลผลิต	90
บรรณานุกรม	91
ภาคผนวก	95
ประวัตินักวิจัย	96
ประวัติผู้เชี่ยวชาญด้านแกะสลักผัก ผลไม้ และสบู่	103

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ชนิดของสารฆ่าเชื้อ ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้	19
3.2	สิ่งทดลอง 6 ทรีตเมนต์ สำหรับผักและผลไม้สดแกะสลักแต่ละชนิด	31
4.1	อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในแต่ละขั้นตอนการ แกะสลักผักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย	46
4.2	อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในแต่ละขั้นตอนการแกะสลักผักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปใบไม้	48
4.3	เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในแต่ละขั้นตอนการแกะสลัก ผักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปดอก กุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย	50
4.4	เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในแต่ละขั้นตอนการแกะสลัก ผักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปใบไม้	52
4.5	ลักษณะปรากฏของผักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มใน สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 mg/L เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วย สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 3 นาที และเคลือบผิว ด้วยโคโทซาน 0.25% ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศา เซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	75
4.6	ลักษณะปรากฏของแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มใน สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 mg/L เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วย สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 3 นาที และเคลือบผิว ด้วยโคโทซาน 0.25% ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	76
4.7	ลักษณะปรากฏของหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มใน น้ำกลั่น เป็นเวลา 3 นาที ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	77

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.8	ลักษณะปรากฏของแคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 mg/L เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 3 นาที และเคลือบผิวด้วยโคโทซาน 0.25% ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	78
4.9	ลักษณะปรากฏของแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายที่จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาทีในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	79



## สารบัญญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการแกะสลักผักและผลไม้	7
2.2	โครงสร้าง Egg-box model เมื่อปริมาณแคลเซียมไอออนต่ำ (A) และปริมาณแคลเซียมไอออนสูง (B)	11
3.1	ฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่นที่ใช้ในการทดลอง	14
3.2	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างฟักทองแกะสลักไปไม้	17
3.3	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแครอทแกะสลักรูปไปไม้	17
3.4	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างหัวไชเท้าแกะสลักรูปไปไม้	18
3.5	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแคนตาลูปแกะสลักไปไม้	18
3.6	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักไปไม้	19
3.7	การวัดความแน่นเนื้อของฟักทองด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	21
3.8	การวัดความแน่นเนื้อของแครอทด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	22
3.9	การวัดความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	22
3.10	การวัดความแน่นเนื้อของแคนตาลูปด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	23
3.11	การวัดความแน่นเนื้อของแตงกวาญี่ปุ่นด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	24
3.12	ลักษณะขวดแก้วที่บรรจุฟักทองแกะสลักเป็นดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น	25
3.13	ลักษณะขวดแก้วที่บรรจุแคนตาลูปแต่ละขั้นตอนของการแกะสลักเป็นลายไปไม้	25
3.14	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างฟักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น	26
3.15	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น	27
3.16	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น	27
3.17	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น	28
3.18	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสาย	28
3.19	การบรรยายสีในระบบ Hunter Lab	33
4.1	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในฟักทองแกะสลักไปไม้ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 และ 5 นาที	36



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.2	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแครอทแกะสลักไปไม้ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 และ 5 นาที	36
4.3	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในหัวไชเท้าแกะสลักไปไม้ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 และ 5 นาที	38
4.4	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแคนตาลูปแกะสลักไปไม้ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 และ 5 นาที	38
4.5	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักไปไม้ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 และ 5 นาที	39
4.6	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นผักทองที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตรภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมเล็กเทต และแคลเซียมโพรฟิไอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที	41
4.7	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นแครอทที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตรภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมเล็กเทต และแคลเซียมโพรฟิไอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที	41
4.8	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นหัวไชเท้าหั่นที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมเล็กเทต และแคลเซียมโพรฟิไอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที	43
4.9	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นแคนตาลูปที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมเล็กเทต และแคลเซียมโพรฟิไอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที	43

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.10	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นแตงกวาญี่ปุ่นที่หั่นตามยาวของผลภายหลังการแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมเล็กเทต และแคลเซียมโพรฟิไอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที	44
4.11	พักทองแคะสลักดอกกุหลาบวันที่ 0	55
4.12	พักทองแคะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน	55
4.13	พักทองแคะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน	56
4.14	แครอทแคะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน	57
4.15	แครอทแคะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน	57
4.16	แครอทแคะสลักดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% และชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน	58
4.17	แครอทแคะสลักดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% และชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน	58
4.18	แครอทแคะสลักดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% และชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 11 วัน	58
4.19	หัวไชเท้าแคะสลักลายดอกกุหลาบวันที่ 0	59
4.20	หัวไชเท้าแคะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน	60
4.21	หัวไชเท้าแคะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน	60
4.22	หัวไชเท้าแคะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน	61
4.23	แคนตาลูปแคะสลักลายดอกกุหลาบวันที่ 0	62
4.24	แคนตาลูปแคะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน	62
4.25	แคนตาลูปแคะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน	62
4.26	แตงกวาญี่ปุ่นแคะสลักดอกบัวสายวันที่ 0	63
4.27	แตงกวาญี่ปุ่นแคะสลักดอกบัวสายภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน	64
4.28	แตงกวาญี่ปุ่นแคะสลักดอกบัวสายภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน	64
4.29	แตงกวาญี่ปุ่นแคะสลักดอกบัวสายภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน	65

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.30	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักทอง (a) แครอท (b) หัวไชเท้า (c) แคนตาลูป (d) และแตงกวาญี่ปุ่น (e) แกะสลักลายดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	68
4.31	ค่าสี L*, a* และ b* ของผักทองหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	69
4.32	ค่าสี L*, a* และ b* ของแครอทหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	70
4.33	ค่าสี L*, a* และ b* ของแคนตาลูปหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	71
4.34	ค่าสี L* ของหัวไชเท้าหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	72
4.35	ค่าสี L ของแตงกวาญี่ปุ่นหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	72
4.36	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักทอง (a) แครอท (b) หัวไชเท้า(c) แคนตาลูป (d) และแตงกวาญี่ปุ่น (e) แกะสลักลายดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท	74

## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1.1	ขอบเขตโครงการวิจัยเรื่องการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก	4



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การแกะสลักผักและผลไม้เป็นการประดิษฐ์ผักหรือผลไม้เป็นลวดลายต่างๆ ตามที่ออกแบบไว้ได้อย่างสวยงามประณีต ศิลปะการแกะสลักผักและผลไม้ไม่มีหลักฐานชี้ชัดว่าเกิดขึ้นเมื่อใด จนถึงสมัยสุโขทัยเป็นราชธานี ในรัชสมัยของสมเด็จพระร่วงเจ้าได้มีนางสนมคนหนึ่งชื่อ นางนพมาศ หรือท้าวศรีจุฬาลักษณ์ ได้แต่งหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า นางนพมาศ หรือตำรับท้าวศรีจุฬาลักษณ์ ซึ่งได้กล่าวถึงพิธีต่างๆ ไว้ และพิธีหนึ่ง เรียกว่า พระราชพิธีจองเปรียงในวันเพ็ญเดือนสิบสอง เป็นนักขัตฤกษ์ชั้กโคลมลอย นางนพมาศได้คิดตกแต่งโคลมลอยให้งามประหลาดกว่าโคลมของพระสนมอื่น ได้เลือกผักเกสรศรีต่างๆ ประดับเป็นรูปดอกกระมุทบานกลีบรับแสงพระจันทร์ ล้วนแต่พรรณดอกไม้ซ้อนสีสลับให้เป็นลวดลาย แล้วจึงนำเอาผลพฤกษาลดชาติ มาแกะสลักเป็นรูปมยุระคณานกวิหคหงส์ให้จับจิกเกสรบุปผชาติอยู่ตามกลีบดอกกระมุท เป็นระเบียบเรียบเรียงวิจิตรไปด้วยสีย้อมสดสง คอระจะทอดทัศนายิ่งนัก ทั้งเสียบแซมเทียนรูปและประทีปน้ำมันเปรียงเจือด้วยไขข้อพระโค (กรมศิลปากร, 2508: 59–60) จึงได้มีหลักฐานการแกะสลักตั้งแต่สมัยนั้นเป็นต้นมา

ต่อมาในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย ทรงโปรดการประพันธ์ยิ่งนัก พระองค์ทรงพระราชนิพนธ์กาพย์แห่ชมเครื่องคาวหวานและแห่ชมผลไม้ โดยพรรณนาชมฝีมือการทำอาหาร การปอกคว้านผลไม้ และประดิษฐ์ประดอยขนมสวยงาม และอรร้อยทั้งหลายว่าเป็นฝีมือของสตรีชาววังสมัยนั้น ซึ่งการแกะสลักผักและผลไม้เดิมเป็นวิชาการชั้นสูงของกุลสตรีในวัง ต้องเรียนรู้และฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ หาเรียนไม่ได้ง่ายนัก เพราะเป็นวิชาที่หวงแหนมากที่สุด ในสมัยโบราณ กุลสตรีสมัยนั้นได้รับการฝึกฝนให้พิถีพิถันกับการจัดตกแต่งผัก ผลไม้ และการปรุงแต่งอาหารเป็นพิเศษ จากข้อความนี้ น่าจะเป็นที่ยืนยันได้ว่าการแกะสลักผักผลไม้ เป็นศิลปะของไทยที่กุลสตรีในสมัยก่อน มีการฝึกหัดเรียนรู้ ผู้ใดฝึกหัดจนเกิดความชำนาญก็จะได้รับการยกย่อง

เนื่องจากวัฒนธรรมด้านอาหารของไทย ได้มีการนำเอางานแกะสลักผักและผลไม้มาตกแต่งทั้งประดับในงานอาหาร นำมาทำเป็นภาชนะใส่อาหารคาว-หวาน การจัดตกแต่งบนโต๊ะอาหารหรือสถานที่รับประทานอาหาร จนกลายเป็นเอกลักษณ์ของร้านอาหารไทย ที่จะต้องมีงานแกะสลักผักและผลไม้ตกแต่งบนงานอาหาร หรือในสถานที่ที่ถูกจัดว่าเป็นร้านอาหารไทยแท้ ประกอบกับรัฐบาลและภาคเอกชนได้ให้การสนับสนุนนโยบายครัวไทยสู่ครัวโลก ทำให้ผลงาน

การแกะสลักผักและผลไม้ได้เผยแพร่ออกสู่สายตาประชาชนทั่วโลก ส่งผลให้งานแกะสลักผักและผลไม้ได้กลายเป็นสิ่งที่ต้องประดิษฐ์ตกแต่งจานอาหารและ/หรือบนโต๊ะอาหารเพื่อความสวยงามและแสดงถึงเอกลักษณ์ของอาหารไทยที่แท้จริง เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่อาหารจานนั้น และช่วยให้ผู้บริโภคมีความประทับใจและซาบซึ้งถึงศิลปะและวัฒนธรรมของอาหารไทย ทำให้มีความต้องการช่างฝีมือแกะสลักผักและผลไม้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากงานแกะสลักผักและผลไม้เป็นงานที่ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญ ต้องผ่านการฝึกฝนและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา

นอกจากนั้นผักและผลไม้สดภายหลังการแกะสลักยังเป็นสิ่งที่มีชีวิต ยังต้องการสารอาหาร และออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจ ผลผลิตพลังงานสำหรับดำรงชีวิตต่อไป นอกจากนี้ผักและผลไม้สดยังเป็นเนื้อเยื่อที่มีปริมาณน้ำมาก การสูญเสียน้ำทำให้มีลักษณะปรากฏเหี่ยวเฉาและเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ง่าย การนำผักและผลไม้สดมาแกะสลักเป็นการทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดบาดแผล เซลล์บางส่วนถูกทำลาย ส่งผลให้เนื้อเยื่อพืชมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น มีการผลิตเอทิลีนมากขึ้น เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่เร่งให้ผลไม้สุกและเน่าเร็วขึ้น เร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ทำให้ผักใบที่มีสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเร่งการเหี่ยวของดอกไม้บางชนิดด้วย

การแกะสลักผักและผลไม้เป็นการทำให้เนื้อเยื่อเกิดบาดแผล ผักและผลไม้จะมีอัตราการหายใจสูงขึ้น สารอาหารที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อถูกใช้ไปรวดเร็วกว่าปกติ ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง หากมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนร่วมด้วยจะยิ่งทำให้ผักและผลไม้แกะสลักเน่าเสียได้ง่าย จึงไม่สามารถแกะสลักและเก็บรักษาไว้ครั้งละเป็นจำนวนมากๆ ได้ ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ของงานแกะสลักผักและผลไม้สดในเรื่องระยะเวลาในการเก็บรักษาและคุณภาพภายหลังการแกะสลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำให้การนำไปใช้ประโยชน์มีขีดจำกัด

อย่างไรก็ตาม การแกะสลักผักและผลไม้สดต้องอาศัยความชำนาญ และช่างแกะสลักส่วนใหญ่สามารถการเรียนรู้และมีความชำนาญได้จากประสบการณ์ ทำให้ไม่มีเวลาในการศึกษาหาความรู้ในเชิงวิชาการ โดยเฉพาะด้านของวิทยาศาสตร์การอาหาร ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เพื่อคงคุณภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่จนถึงปัจจุบันยังไม่มียุทธศาสตร์การวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผักและผลไม้แกะสลักทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ทางชีวเคมี การปรับปรุงคุณภาพ และการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแกะสลักในประเทศไทย ทั้งๆ ที่เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีศักยภาพสูงมากในการเพิ่มมูลค่า

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงต้องการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การอาหาร ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ใช้ในการเก็บรักษาผักผลไม้สดและผักผลไม้สดหั่นชิ้นมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแกะสลัก เพื่อคงไว้ซึ่งคุณภาพรวมถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จะทำให้สถานประกอบการด้านอุตสาหกรรมบริการอาหาร เช่น ร้านอาหาร และ



ภัตตาคารใหญ่ๆ หรือโรงแรมที่จัดจำหน่ายอาหารไทย สามารถนำผักและผลไม้สดแกะสลักไปใช้ประโยชน์ได้หลายครั้ง หรือมีความสะดวกสบายในการใช้ผักและผลไม้สดแกะสลักมากขึ้น

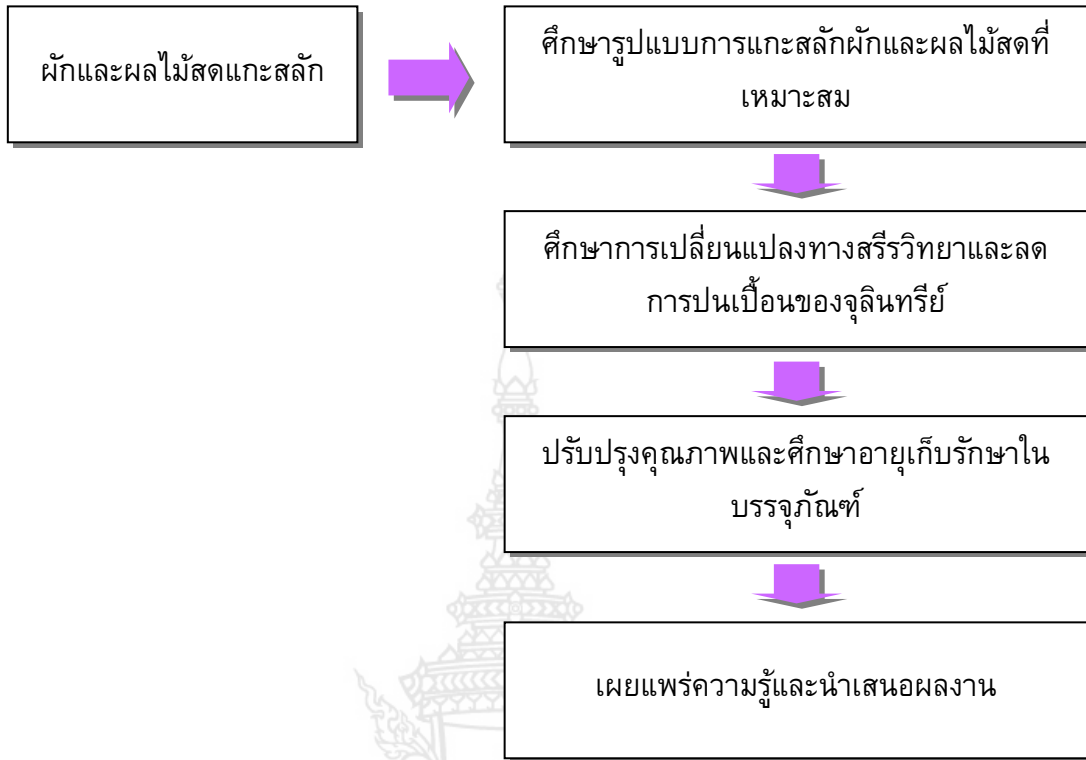
ผลงานวิจัยที่ได้สามารถพัฒนาให้เกิดเป็นอุตสาหกรรมการผลิตผักและผลไม้สดแกะสลักภายในประเทศส่งจำหน่ายให้แก่ร้านอาหาร เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผักและผลไม้สด และช่วยให้ผู้บริโภคมีความประทับใจและซาบซึ้งถึงวัฒนธรรมอาหารไทยจากภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมทั้งสามารถส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศได้ในอนาคต โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอาเซียน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษารูปแบบการแกะสลักที่เหมาะสมต่อชนิดของผักและผลไม้ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา วิธีการปรับปรุงคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแกะสลัก

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาแบบการแกะสลักผักและผลไม้สด จำนวน 5 ชนิด เพื่อใช้ในการตกแต่งจานอาหาร โดยคัดเลือกที่หาได้ง่าย และสำรวจความต้องการและการยอมรับเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญ
2. ศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพ เน้นการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ลดจำนวนจุลินทรีย์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแกะสลัก โดยใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกใสมีฝาปิดสนิท (clamshell)
3. ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี สรีรวิทยา และจุลินทรีย์ของผักและผลไม้สดแกะสลักระหว่างการเก็บรักษา



แผนภูมิที่ 1.1 ขอบเขตโครงการวิจัยเรื่องการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก



## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรม

#### 2.1 การแกะสลักผักและผลไม้

การแกะสลัก หมายถึงการประดิษฐ์วัสดุเป็นลวดลายต่างๆ ตามที่ออกแบบไว้อย่างสวยงามและประณีต

##### 2.1.1 ประเภทของงานแกะสลัก

การแกะสลักแบ่งออกตามลักษณะของวัสดุเป็น 4 ประเภทคือ

- ก. การแกะสลักวัสดุเนื้ออ่อนเช่น ผัก ผลไม้ต่างๆ วัช หนุ่ย และเทียนไข เป็นต้น
- ข. การแกะสลักไม้ ซึ่งสามารถแกะสลักเป็นรูปคน สัตว์ และรูปวิวต่างๆ เพื่อใช้สำหรับตกแต่งสถานที่
- ค. การแกะสลักหินอ่อน หรือหินสำหรับลัับมีดโกนให้เป็นรูปต่างๆ เพื่อความสวยงาม เป็นของชำร่วย เป็นของสำหรับตกแต่งได้
- ง. การแกะสลักน้ำแข็ง โดยใช้น้ำแข็งก้อนใหญ่มาแกะสลักเป็นรูปต่างๆ เช่น รูปนก รูปหัวใจ รูปปลา เป็นต้น

การแกะสลักวัสดุเนื้ออ่อนนั้น นิยมนำผักหรือผลไม้สดมาแกะสลักเป็นรูปดอกไม้ ใบไม้ รูปสัตว์และลวดลายต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดตกแต่งอาหารและสถานที่ในงานมงคลต่างๆ ในปัจจุบันมุ่งเน้นนำไปใช้ในเรื่องของการจัดตกแต่งจานอาหารหรือประดับโต๊ะอาหาร เนื่องจากธุรกิจด้านอาหารไทยได้เป็นที่รู้จักแพร่หลายไปทั่วโลก และยุทธศาสตร์ของรัฐบาลที่ส่งเสริมครัวไทยสู่ครัวโลก ทำให้โรงแรม ภัตตาคารหรือร้านอาหารไทยต้องมีการแข่งขันกัน นอกจากอาหารจะอร่อยเลิศรสแล้วยังต้องมีการจัดตกแต่งจานอาหารหรือโต๊ะอาหารให้สวยงามอีกด้วย ซึ่งส่วนที่สามารถนำมาจัดตกแต่งได้เหมาะสมและสอดคล้องกับอาหารไทย คือผักและผลไม้สดที่แกะสลักอย่างสวยงาม จนเป็นสัญลักษณ์ว่าในการประกอบอาหารไทยถ้าจะให้สมบูรณ์ต้องจัดและตกแต่งด้วยผักหรือผลไม้สดแกะสลักเสมอ

รูปลักษณะของงานแกะสลักผักและผลไม้สดที่พบเห็นอยู่ในปัจจุบันนี้มีหลายลักษณะ ซึ่งพอจะจำแนกตามวิธีแกะสลักได้ 3 ลักษณะ คือ

- ก. ลักษณะของการแกะสลักรูปร่องลึก เป็นการเซาะเนื้อผักหรือผลไม้สดให้เป็นร่องลึกตามลวดลายหรือลักษณะงานที่ออกแบบไว้ เช่น ลายดอกกรักเร่ และลายดอกรวงข้าว เป็นต้น

ข. ลักษณะของการแกะสลักรูปหนู ลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ เป็นการแกะสลักเนื้อวัสดุหนูขึ้นจากพื้น หรือการแกะสลักพื้นให้ต่ำลงโดยตัวลายหนูสูงขึ้นมา เช่น การแกะสลักเครือเถา เป็นต้น

ค. ลักษณะของการแกะสลักรูปลอยตัว เป็นการแกะสลักที่สามารถมองเห็นได้โดยรอบทุกด้าน เช่น การแกะสลักรูปสัตว์ต่างๆ

ในการคิดแบบแกะสลักใหม่ๆ นั้น ไม่สามารถที่จะแยกออกจากกันได้เป็นเอกเทศเฉพาะลักษณะนั้นๆ แต่สามารถนำเอาลักษณะแต่ละชนิดมาผสมผสานกัน

### 2.1.2 อุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องใช้สำหรับการแกะสลัก

อุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องใช้ที่จำเป็นสำหรับการแกะสลักผักและผลไม้ มีดังนี้

ก. มีดแกะสลัก ลักษณะของมีดแกะสลักที่ดีควรเป็นมีดขนาดเล็ก ปลายเรียวแหลม ต่อด้วยด้ามด้วยไม้ โลหะ หรือพลาสติก แต่ต้องจับได้ถนัดมือและมีน้ำหนักเบา

ข. มีดคว้าน มีลักษณะใบมีดยาว เรียว เล็กใช้สำหรับคว้านเมล็ดผลไม้

ค. มีดบาง ได้แก่ มีดที่ใช้ปอก หรือหั่นชิ้น โดยทั่วไป ใช้สำหรับปอกเปลือก หั่นตัด เจียน ปาด หรือเกลาให้ได้รูปทรงใกล้เคียงกับที่ต้องการ

ง. ชุดเครื่องมือแกะสลัก มีลักษณะเหมือนส้อมแต่ขนาดเล็ก ทำด้วยเหล็กต่อด้วยด้ามด้วยไม้รูปร่างต่างๆ กัน เช่น รูปตัววี รูปตัวยู รูปหยักทั้งชนิดมีสองหยักและสามหยัก มีจำหน่ายเป็นชุด

จ. เขียง ใช้สำหรับรองเวลาหั่นหรือปอกผักหรือผลไม้ที่มีชิ้นขนาดใหญ่ มีทั้งเขียงไม้และเขียงพลาสติก ขนาดของเขียงขึ้นอยู่กับชนิดของการแกะสลัก

ฉ. กะละมัง สำหรับใส่น้ำล้างผักและผลไม้ที่จะแกะสลัก หรือไว้สำหรับแช่ผักหรือผลไม้สดที่แกะสลักเสร็จแล้ว จะใช้เป็นกะละมังเคลือบ กะละมังสแตนเลส แต่ควรหลีกเลี่ยงกะละมังที่ทำจากอะลูมิเนียม เพราะจะมีปฏิกิริยากับผักและผลไม้สดบางชนิด ทำให้เปลี่ยนเป็นสีดำได้

ช. ถาด สำหรับใส่ผักและผลไม้สดที่ยังไม่ได้แกะสลักหรือแกะสลักแล้ว และใช้สำหรับรองเศษผักและผลไม้ระหว่างแกะสลัก

ซ. ผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะ

ฌ. ซ้อนด้ามสั้น สำหรับขูด ตัก หรือควักใส่ ควรเป็นช้อนสแตนเลสขนาดเล็กที่มีด้ามสั้น

ญ. กล่องพลาสติก สำหรับใส่งานที่แกะสลักเสร็จแล้ว เตรียมรอนำไปใช้จัดและตกแต่ง โดยการปิดฝาและนำไปเก็บในตู้เย็นได้



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการแกะสลักผักและผลไม้

### 2.1.3 การดูแลรักษามีดแกะสลัก

มีดแกะสลักควรได้รับการดูแลรักษามีข้อควรปฏิบัติดังนี้

- ก. หลังใช้งานควรเช็ดให้แห้ง เพื่อป้องกันสนิมอาจทาด้วยน้ำมันพืชซ้ำอีกครั้ง
- ข. ห้ามนำมีดแกะสลักไปใช้งานผิดประเภท เพราะมีดแกะสลักเป็นมีดที่ต้องการความคมและปลายมีดแหลมเสมอ ถ้านำไปใช้ผิดประเภท เช่น ปอกเปลือก หรือหั่นสิ่งของอื่นจะทำให้มีดเสียคม
- ค. อย่าทำมีดแกะสลักหล่น เพราะจะทำให้ปลายมีดบิ่น
- ง. ควรมีปลอกมีดที่ช่วยป้องกันคมมีดได้ เช่น โฟม หรือซองหนัง ซึ่งควรใส่สำลีสองที่กันซองด้วยเพื่อป้องกันปลายมีดไม่ให้โค้งงอ

### 2.1.4 ความหมายของคำศัพท์ที่ใช้ในการแกะสลัก

การแกะสลักเป็นงานที่ต้องใช้ความชำนาญ เพื่อให้ได้ผลงานที่สมบูรณ์ ช่างแกะสลักจะต้องมีความชำนาญ ซึ่งต้องอาศัยการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ ในการฝึกฝนโดยจากที่มีอาจารย์สอนหรืออ่านตามตำราที่ดี มักมีคำศัพท์ที่ใช้เรียกอยู่เสมอ เช่น ปาด เจียน เป็นต้น ถ้าเป็นผู้หัดใหม่และไม่ได้เรียนด้านคหกรรมศาสตร์มาก่อน อาจไม่เข้าใจความหมายที่ชัดเจนได้ ดังนั้นควรทำความเข้าใจกับความหมายของคำศัพท์ที่ใช้ในการแกะสลักให้เข้าใจ เพื่อจะช่วยให้การฝึกฝนนั้นสำเร็จตามความต้องการ และใช้เวลาอันรวดเร็ว (จอมขวัญ, 2547)

ตัวอย่างคำศัพท์ที่ใช้ในการแกะสลัก ได้แก่

ก. หั่น หมายถึง การทำให้วัสดุสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้เป็นชิ้นตามวัตถุประสงค์ โดยอาการมือหนึ่งจับมีด และอีกมือหนึ่งจับของวางลงบนเขียง ให้คมมีดกดเลื่อนไปข้างหน้าแล้วลากกลับโดยเร็ว

ข. ตัด หมายถึง การทำให้วัสดุสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งต้องการให้เป็นท่อนสั้น-ยาวตามต้องการ โดยอาการมือหนึ่งจับมีด และอีกมือหนึ่งจับของวางลงบนเขียง แล้วกดคมมีดลงบนของให้ขาดแยกออกจากกัน

ค. เฉือน หมายถึง การทำให้วัสดุสิ่งใดสิ่งหนึ่งต้องการให้แบ่งออกจากวัตถุที่เป็นก้อนหรือชิ้นใหญ่ด้วยมีด โดยใช้มือหนึ่งจับมีด และอีกมือหนึ่งจับของเท่าที่ต้องการแล้วกดคมมีดลากลงมาตามตัว

ง. กรีด หมายถึง การทำให้วัสดุสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นรอยแยกหรือขาดออกจากกัน โดยใช้ของแหลมคมกดลงบนวัตถุนั้น แล้วลากไปตามต้องการ (ลักษณะของวัสดุจะนอนราบ)

จ. ควัก หมายถึง นำวัตถุย่อยชนิดหนึ่งออกจากภาชนะหรือวัตถุใหญ่ โดยใช้เครื่องมือหรือมีดสอดลงตักเอาวัตถุภายในออกมา

ฉ. แกะ หมายถึง ทำให้วัตถุสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกจากกันหรือทำให้วัตถุสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สวยงามโดยใช้เล็บบกฉิมแล้วเขี่ยออกหรือใช้เครื่องมือที่แหลมคมกดทางคมลงบนวัตถุนั้นตามประสงค์ เป็นลวดลายสวยงามต่างๆ

ช. เกลา หมายถึง การตกแต่งวัตถุที่ยังไม่เกลี้ยงให้เรียบร้อยยิ่งขึ้น โดยใช้มีดนอนหันคมออกฝานรอยที่ขึ้นเป็นเส้นและขรุขระให้เกลี้ยง

ซ. เซาะ หมายถึง ทำให้เป็นลายลึกหรือรอยกว้าง เช่น เซาะเป็นลาย (จอมขวัญ, 2547)

## 2.2 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สด

ผักและผลไม้ เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยอาศัยกรรมวิธีการผลิตที่หลากหลาย มีทั้งการนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปเพียงเล็กน้อยหรือเพียงแต่ล้างทำความสะอาด และตัดแต่งเพื่อจำหน่ายแบบสดหรือนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อนสูง แล้วบรรจุในภาชนะปิดสนิท เช่นกระป๋อง ขวดแก้ว และภาชนะพลาสติก เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผักและผลไม้สดนั้นส่วนใหญ่จะใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพที่ใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกันแต่เมื่อนำมาผ่านการแปรรูปโดยอาศัยกรรมวิธีที่แตกต่างกันแล้วจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายและแตกต่างกันทั้งในด้านกลิ่น รส สีและลักษณะเนื้อสัมผัส เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ถั่ว ผลท้อ ซึ่งเป็นผักและผลไม้ชนิดที่รับประทานได้ทั้งแบบสด ๆ และ



แบบที่ผ่านการแปรรูป จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบนี้ มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ผู้บริโภคก็ให้การยอมรับทั้ง 2 รูปแบบ ขึ้นอยู่กับว่าผู้บริโภคนิยมบริโภคในรูปแบบใด เช่น ผู้บริโภคบางกลุ่มอาจนิยมบริโภคถั่วสด จะเลือกซื้อสินค้าถั่วสดแช่แข็งในขณะที่ผู้บริโภคบางกลุ่มนิยมบริโภคถั่วบรรจุกระป๋องก็จะเลือกซื้อเฉพาะสินค้าถั่วบรรจุกระป๋อง เป็นต้น ดังนั้น สินค้าผักและผลไม้แปรรูปแต่ละประเภทจะมีตลาดรองรับที่แยกออกจากกันอย่างชัดเจนปัจจุบัน ทางเลือกหนึ่งของการผลิตและบรรจุสินค้าผักและผลไม้สดคือการใช้สารเคมีถนอมรักษา หรือช่วยชะลอการสุก รวมทั้งช่วยรักษาหรือปรับปรุงคุณภาพของผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว โดยการให้สารเคมีเข้าไปปรับกระบวนการทำงานของเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นกระบวนการที่ทำให้เกิดการสุกในพืช

ในอดีตสารเอทิลีนถูกนำไปใช้กับผลไม้ เช่น กล้วยเพื่อทำให้สามารถจำหน่ายกล้วยในขณะที่มีกลิ่นรส และระยะเวลาการสุกกำลังดีโดยเกษตรกรจำเป็นต้องเก็บเกี่ยวกล้วย และทำการขนส่งไปยังปลายทางในขณะที่ผลกล้วยยังมีสีเขียวหรือยังไม่สุก เพื่อความสะดวกในการขนส่งหลังจากนั้นจะนำกล้วยไปบ่มในห้องที่มีเอทิลีนอยู่เมื่อเอทิลีนระเหยออกสู่อากาศและสัมผัสกับผลกล้วยดิบจะไปกระตุ้นให้ผลกล้วยเกิดกระบวนการสุกในช่วงเวลาที่เหมาะสมพร้อมที่จะจำหน่าย (<http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?aID=14>)

โดยปกติผักและผลไม้สดตัดแต่งจะเกิดการเน่าเสียได้ง่ายกว่าผักและผลไม้สดที่มีเปลือกเนื่องจากเปลือกเป็นโครงสร้างของพืชที่จะช่วยป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และความเสียหายของเนื้อเยื่อที่เกิดจากแรงกระแทกบริเวณส่วนที่เป็นรอยตัดที่เกิดจากการปอกเปลือกการตัดแต่งและการหั่นชิ้นจะเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการแปรรูปผักและผลไม้สดตัดแต่งจึงต้องมีการจัดการแนวทางในการผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice) อย่างเคร่งครัดและมีการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการผลิตเพื่อลดการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนั้นขั้นตอนเหล่านี้ควรจะเป็นกรรมวิธีที่ทำให้เนื้อเยื่อผลไม้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด ดังนั้นอุปกรณ์และเทคนิคในการตัดแต่งจึงจำเป็นต้องใช้ใบมีดที่มีความคมมากเพื่อลดความเสียหายเนื่องจากการฉีกขาดของเนื้อเยื่อและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะผิวหน้าของชิ้นผลไม้ตัดแต่งให้คงลักษณะปรากฏที่ดึงดูดผู้บริโภคให้สนใจผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นคุณลักษณะลำดับต้นๆ ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้ตัดสินใจยอมรับหรือซื้อผลิตภัณฑ์ นอกจากรสชาติเนื้อสัมผัสความสดกรอบของผลิตภัณฑ์ผลไม้สดตัดแต่งหั่นชิ้น

เนื้อเยื่อของพืชที่เกิดการเสียหายหรือฉีกขาดจะเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ มีผลทำให้ผักและผลไม้สดเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณภาพไป โดยทั่วไปผลไม้สดตัดแต่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจนกว่าผักสดตัดแต่ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ผลไม้สดมีการตัดแต่งและรอยตัดมากกว่าผักสด และเนื้อเยื่อของผลไม้สดมักจะมีสีที่อ่อนกว่าจึงสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดมากกว่า การเปลี่ยนแปลงของผลไม้สดตัดแต่งที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยา

สีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ที่ผิวและสูญเสียความกรอบไปอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการไม่ยอมรับผลผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในที่สุด (Soliva-Fortuny & Martin-Bellose, 2003)

การใช้กรรมวิธีการต่างๆมากมายสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่ดีของผลไม้สดตัดแต่งได้ เช่น การใช้สารมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อในน้ำล้าง การควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำในระหว่างกระบวนการผลิตการแช่ในสารละลายกรด และสารละลายแคลเซียม การใช้สารธรรมชาติเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์การบรรจุในภาชนะที่มีการปรับสภาพบรรยากาศเพื่อชะลออัตราการหายใจ เป็นต้น

ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อผลไม้ภายหลังการตัดแต่งจะเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ โดยมีปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ชนิดและสายพันธุ์ของผลไม้ อุณหภูมิในระหว่างการผลิตและการเก็บรักษา การเก็บรักษาในสภาพตัดแปรบรรยากาศ โดยการลดปริมาณออกซิเจนและเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และการใช้สารยับยั้งต่างๆ ที่ชะลอการเสื่อมสภาพ (Brencht, 1995) ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผักและผลไม้สดตัดแต่งจะใช้กรรมวิธีมากกว่าหนึ่งวิธีการร่วมกันเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สภาวะที่รุนแรงหรือมีความเข้มข้นสูงของปัจจัยที่ใช้ชะลอการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า "Hurdle Technology" ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะกรรมวิธีการแช่ผักและผลไม้ในสารละลายเกลือแคลเซียมเพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลไม้สดตัดแต่งเท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงความกรอบหรือเนื้อสัมผัสของผลไม้สดตัดแต่งเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการด้วยกันคือ

1) การสูญเสียน้ำโดยกระบวนการหายใจและการคายน้ำเป็นผลให้ความดันตึงภายในเซลล์ (cell turgor pressure) ลดลง ซึ่งสามารถชะลอได้โดยการควบคุมอุณหภูมิของผลไม้ตัดแต่งให้ต่ำ เพื่อลดการหายใจและการคายน้ำ

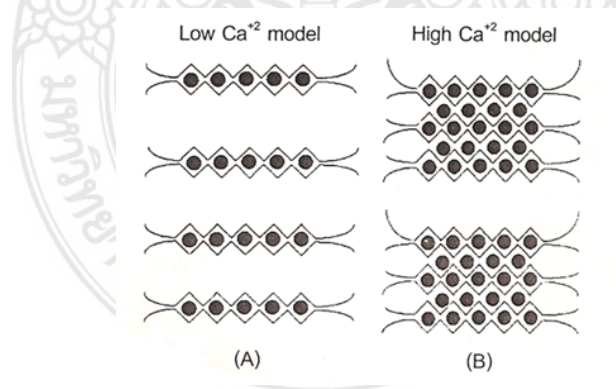
2) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารประกอบเพกทินที่ผนังเซลล์ในระหว่างกระบวนการสุกเป็นสาเหตุทำให้ผนังเซลล์อ่อนแอ และไม่จับตัวกันแน่นเหมือนเดิม (Seymour and Gross, 1996; Martin-Rodriguez *et al.*, 2002) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเพกทินมีสาเหตุหลักมาจากการสลายของสารประกอบเพกทินโดยกิจกรรมเอนไซม์

## 2.3 การปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารละลายเกลือแคลเซียม

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์สามารถช่วยปรับปรุงความกรอบของเนื้อผลไม้ภายหลังการตัดแต่งได้ โดยช่วยให้เนื้อเยื่อของผลไม้มีความแข็งแรงและทนต่อการกิจกรรมของเอนไซม์ที่หลั่งออกมาจากเนื้อเยื่อที่เสียหายจากการตัดแต่ง การแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมเป็นวิธีหนึ่ง ที่ช่วยปรับปรุงความกรอบของเนื้อผลไม้ภายหลังการตัดแต่งได้โดยแคลเซียมไอออน ( $\text{Ca}^{2+}$ )

สามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพกทินที่อยู่บริเวณ middle lamella และผนังเซลล์ เกิดปฏิกิริยาเชื่อมข้าม (crosslink) ระหว่างหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) บนสายพอลิกลาลักตูโรไนด์ (polygalacturonide) และประจุคู่ของแคลเซียมไอออน โดยแคลเซียมไอออนทำหน้าที่ดึงหมู่คาร์บอกซิลบนสายพอลิกลาลักตูโรไนด์สายหนึ่งให้จับกับหมู่คาร์บอกซิลของสายพอลิกลาลักตูโรไนด์อีกสายหนึ่ง เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า egg-box model (รูปที่ 2.2) เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมเพกเตต ซึ่งไม่ละลายในน้ำ (Luna-Gutzan *et al.*, 1999; Grant *et al.*, 1973) ถ้าใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นมากความกรอบจะเพิ่มมากขึ้นและระยะเวลาการแช่ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1-2 นาที อาจมีการเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ให้สูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะช่วยให้แคลเซียมไอออนสามารถแพร่ผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์ของเนื้อเยื่อผลไม้ได้มากขึ้นโดยอุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรสูงเกิน 60 องศาเซลเซียส (Luna Gutzman *et al.*, 1999) นอกจากนี้อุณหภูมิของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้แช่ยังมีผลช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเปลือกของผลไม้สดด้วย อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจทำให้เนื้อเยื่อผลไม้เกิดความเสียหาย เนื่องจากความร้อนส่งผลให้สูญเสียความกรอบและลักษณะปรากฏที่สวยงามไป

ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสแตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 0.1-1.0% หากใช้ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์สูงเกินไป อาจทำให้เนื้อผลไม้มีรสฝื่อนขมได้ (Solive-Fortuny&Marltin-Bellose, 2003 อ้างอิงจาก Bett *et al.*, 2001)



รูปที่ 2.2 โครงสร้าง Egg-box model เมื่อปริมาณแคลเซียมไอออนต่ำ (A) และปริมาณแคลเซียมไอออนสูง (B) (Grant *et al.*, 1973)

การนำผลไม้สดตัดแต่งไปแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ นอกจากช่วยปรับปรุงความกรอบของผลไม้สดตัดแต่งแล้วสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ยังช่วยลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวหน้าของชิ้นผลไม้ตัดแต่งมีสาเหตุสำคัญมาจากเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase ; PPO) Luna-Gutzman *et al.* (1999) ได้รายงานว่าการแช่ชิ้นแตงเมลอนในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 1% และ 5% สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวหน้าของชิ้นแตงเมลอน (fresh-cut melon) ได้ ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีผลทำให้เอนไซม์เสียสภาพธรรมชาติ (denature) จนไม่สามารถเข้าจับกับซับสเตรต (substrate) ได้ ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ซึ่งระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 1-5 นาที นอกจากนี้การแช่ชิ้นแตงเมลอนในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เป็นการช่วยชะลอเมแทบอลิซึม (metabolism) ของเซลล์ผลไม้ได้ เนื่องจากการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์จะทำให้ชิ้นผลไม้ตัดแต่งมีอัตราการหายใจต่ำลง ([http://www.tistr-foodprocess.net/download/article/fresh\\_cut\\_th.htm](http://www.tistr-foodprocess.net/download/article/fresh_cut_th.htm))

#### กรดโพรพิโอนิกและเกลือโพรพิโอเนต (propionic acid and propionate salt)

กรดโพรพิโอนิกเป็นกรดอินทรีย์ที่พบตามธรรมชาติในผลไม้และพืชบางชนิดเช่น แอปเปิล สตรอเบอร์รี่ ซามีสูตรโมเลกุล  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$  มีกลิ่นแรงและกักร่อนจึงนิยมใช้เกลือโซเดียมโพรพิโอเนต (sodium propionate) หรือแคลเซียมโพรพิโอเนต (calcium propionate) มากกว่า เกลือทั้งสองชนิดละลายได้ดีในน้ำ โซเดียมโพรพิโอเนตละลายได้บ้างในแอลกอฮอล์ แต่แคลเซียมโพรพิโอเนตไม่ละลายในแอลกอฮอล์ แคลเซียมโพรพิโอเนตและโซเดียมโพรพิโอเนตใช้ในการป้องกันเชื้อราและลักษณะที่เป็นเมือกในขนมปังและใช้ในการควบคุมการเจริญของเชื้อราในเนยแข็ง ซ็อกโกเลต ผัก ผลไม้และคุกกี้ การยับยั้งเชื้อราของเกลือโพรพิโอเนตจะให้ผลดีที่ค่าพีเอช 3.5-4.5 ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในเนยแข็งไม่เกิน 3,000 ส่วนในล้านส่วนและ 2,000 ส่วนในล้านส่วน(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอาหารอื่นๆ ยกเว้นเนื้อสัตว์ไม่อนุญาตให้ใช้

## 2.4 การปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารเคลือบผิวโคโทซาน

โคโทซานเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากการนำไคทินมาทำปฏิกิริยาดีแอสท์ไทเลชันด้วยด่างแก่ นิยมใช้เป็นสารเคลือบผิวและผลิตให้เป็นแผ่นบางๆ ได้ การใช้ประโยชน์ในอาหารนั้น สารละลายโคโทซานสามารถจับตัวเป็นเส้นใยหรือเป็นเยื่อบางๆ โคโทซานมีประจุบวกที่สามารถเคลือบติดกับผิวของเปลือกของผลไม้ได้ มีสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้หลายชนิด การใช้โคโทซานเคลือบผิวผลไม้ เช่น ผลมังคุดสามารถป้องกันการระเหยของน้ำทำให้เปลือกผลมังคุดแห้งช้า และยังสามารถป้องกันการทำของเปลือกมังคุดกับออกซิเจนในอากาศ จึงสามารถรักษาสีเปลือกของผลมังคุดไม่ให้ซีดจางได้ และเนื่องจากโคโทซานเป็นสารธรรมชาติ จึงไม่มีผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและผู้ใช้ และเมื่อเคลือบผิวด้วยสารนี้ไปแล้ว สามารถล้าง



ออกได้ด้วยน้ำหรือไม่ล้างก็ไม่มีพิษต่อร่างกาย ไคโทซานผลิตได้จากธรรมชาติ ทั้งเปลือกกุ้ง ปู และกระดองปลาหมึก ไคโทซานแต่ละชนิดจะเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น ต้องการนำไปเตรียมเป็นสารละลายเพื่อนำไปเคลือบหรือฉีดพ่น เป็นต้น

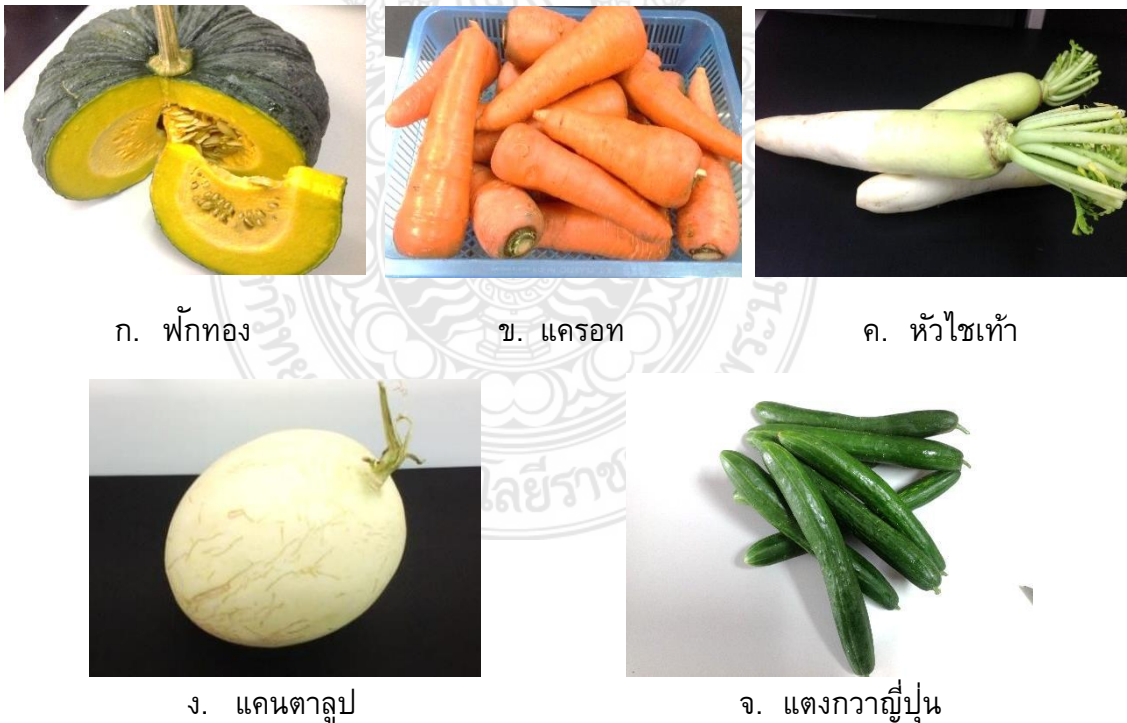
(<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3706/%E0%B9%84%E0%B8%84%E0%B9%82%E0%B8%95%E0%B8%8B%E0%B8%B2%E0%B8%99>)



## บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 3.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือผักและผลไม้จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ฟักทองพันธุ์ค้างคก (*Cucurbita moschata* Decne) แครอท (*Daucus carota* Linn.) หัวไชเท้า (*Raphanus sativus* Linn.) แคนตาลูป (*Cucumis melo* L) และแตงกวาญี่ปุ่น (*Cucumis sativas*) แครอทและแตงกวาญี่ปุ่นซื้อมาจากโรงคัดบรรจุเชียงใหม่ มูลนิธิโครงการหลวง ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ หัวไชเท้า แคนตาลูป และฟักทองพันธุ์ค้างคก ซื้อมาจากตลาดต้นพยอม ตลาดธานีรินทร์ และตลาดแม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ตามลำดับ วัตถุดิบทั้งหมดได้นำมาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการทดลองภายใน 2-3 ชั่วโมงต่อมา ลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่นที่ใช้ในการทดลอง

## 3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

### 3.2.1 อุปกรณ์

- มีดแกะสลัก
- มีดบาง
- กะละมังพลาสติก
- เขียงพลาสติก
- กล่องพลาสติกใสพอลิเอทิลีนเทอพาทาเลตที่มีฝาปิด (Polyethylene-terephthalate clamshell) ขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 14x15x8 เซนติเมตร
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Model PB 1502-5, Mettler-Toledu, Swizerland)
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (MIR-553, Sanyo, Japan)
- ตู้เพาะเชื้อ (HF Safe 900/cf, Heal Force, China)
- ตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; FOC 225I, Velp Scientifica, Italy)
- จานเพาะเชื้อพลาสติกขนาด 90x15 มิลลิเมตร (Plastic Petri dish; Hycon, Biomed co, Ltd., Thailand)
- หม้อนึ่งความดันอัตโนมัติ (Autoclave;HL-341, Huxley, Taiwan)
- เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture Analyzer; TA-XTi / 50, UK)
- เครื่องวัดสี (Colorimeter; Color Quest XE, Hunter Lab, USA)
- แก๊สโครมาโทกราฟี (model 6890N, Agilent Technologies)
- เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Conductivity meter; Sartorius model PP-20, Goettingen, Germany)
- ถุงพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ขนาด 7x9 นิ้วหนา 0.5 มิลลิเมตร ผลิตโดย บริษัท ไพรซ์อินเตอร์แพค (1999) จำกัด

### 3.2.2 สารเคมี

- แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride; Union Science co, Ltd, Thailand)
- แคลเซียมแล็กเตต (Calcium lactate; Sigma-Aldrich)
- แคลเซียมโพรพิโอเนต (Calcium propionate; Sigma-Aldrich)
- กรดซิตริก (Citric acid; Union Science co, Ltd, Thailand)
- ไคโตซาน (Chitosan; Bannawach Bio-line Co., Ltd, Thailand)
- อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับแบคทีเรียทั้งหมด (Plate count agar; Merck, Germany)
- เพปโตนบัพเฟอรวอเตอร์ (Peptone water; Merck, Germany)

- กรดเพอร์ออกซีแอซีติก (Peroxyacetic acid; Thaiperoxide co, Ltd, Thailand)
- โซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.7% (Sodium hypochlorite; Clorox, USA)
- เอทิลแอลกอฮอล์ 95% (Ethyl alcohol 95%, Union Science co, Ltd, Thailand)

### 3.3 วิธีการทดลอง

**การทดลองที่ 1** ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีสมบัติเป็นสารฆ่าเชื้อ (sanitizer) ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ผิวของผักและผลไม้สดแกะสลัก

การทดลองนี้เป็นการศึกษาระดับหาความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสมของสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ สำหรับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก จะวางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in CRD กำหนดปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และเวลาในการแช่ผักและผลไม้สดแกะสลักในสารฆ่าเชื้อ 2 ระดับ คือ 3 และ 5 นาที สำหรับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ จะวางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in CRD กำหนดปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้น 2 ระดับ คือ 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร และเวลาในการแช่ผักและผลไม้สดแกะสลักในสารฆ่าเชื้อ 2 ระดับ คือ 3 และ 5 นาที

แช่ผักและผลไม้สดแกะสลักจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น ในสารฆ่าเชื้อดังกล่าว ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น ปล่อยให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างผักและผลไม้สดแกะสลักมาวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (BAM, 2001) โดยใช้ตัวอย่างผักและผลไม้สดแกะสลักจำนวน 1 ชิ้น/ซ้ำ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

## การเตรียมตัวอย่างผักและผลไม้ที่แกะสลักเป็นรูปใบไม้

### ก. ฟักทอง

ล้างฟักทองทั้งเปลือกให้สะอาด ผ่าครึ่งตามยาวใช้ช้อนตักเมล็ดออกแบ่งให้ได้ 8 ชิ้น แบ่งครึ่งตามขวางของชิ้น แล้วหั่นแต่ละชิ้นออกเป็นแผ่นให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (รูปที่ 3.2a) เจียนชิ้นฟักทองให้เป็นรูปทรงใบไม้ จากนั้นเกลารอบใบไม้ให้มัน (รูปที่ 3.2b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปใบไม้แบบเขาระรองใบ (รูปที่ 3.2c)



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างฟักทองแกะสลักเป็นรูปใบไม้

### ข. แครอท

ล้างแครอททั้งเปลือกให้สะอาด ปอกเปลือก ตัดเป็นท่อนยาว 8 เซนติเมตร หั่นตามยาวของชิ้นให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (รูปที่ 3.3a) เจียนชิ้นแครอทให้เป็นรูปทรงใบไม้ จากนั้นเกลารอบใบไม้ให้มัน (รูปที่ 3.3b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปใบไม้แบบเขาระรองใบ (รูปที่ 3.3c)



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแครอทแกะสลักเป็นรูปใบไม้



### ค. หัวไชเท้า

ล้างหัวไชเท้าทั้งเปลือกให้สะอาด ปอกเปลือก ตัดเป็นท่อนยาว 8 เซนติเมตร หั่นตามยาวของชิ้นให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (รูปที่ 3.4a) เจียนชิ้นหัวไชเท้าให้เป็นรูปทรงใบไม้ จากนั้นเกลารอบใบไม้ให้มัน (รูปที่ 3.4b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปใบไม้แบบเซาะร่องใบ (รูปที่ 3.4c)



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างหัวไชเท้าแกะสลักเป็นรูปใบไม้

### ง. แคนตาลูป

ล้างผลแคนตาลูปทั้งเปลือกให้สะอาด ผ่าครึ่งตามยาวใช้ช้อนตักเมล็ดออกแบ่งให้ได้ 8 ชิ้น แบ่งครึ่งตามขวางของชิ้น แล้วหั่นแต่ละชิ้นออกเป็นแผ่นให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (รูปที่ 3.5a) เจียนชิ้นแคนตาลูปให้เป็นรูปทรงใบไม้ จากนั้นเกลารอบใบไม้ให้มัน (รูปที่ 3.5b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปใบไม้แบบเซาะร่องใบ (รูปที่ 3.5c)



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแคนตาลูปแกะสลักเป็นรูปใบไม้

### จ. แต่งกวาญี่ปุ่น

ล้างแต่งกวาญี่ปุ่นทั้งเปลือกให้สะอาดตัดแบ่งตามยาวให้ได้ 3 ชั้น (ความยาวโดยประมาณ 8 เซนติเมตร) หั่นตามยาวของชั้นเป็น 3 ชั้น ตรงกลางที่เป็นไส้ไม่ใช่ (รูปที่ 3.6a) เจียนชั้นแต่งกวาญี่ปุ่นเป็นรูปทรงใบไม้และคว้านไส้ออกให้หมด จากนั้นเกลาขอบใบไม้ให้มน (รูปที่ 3.6b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปใบไม้แบบเซาะร่องใบ (รูปที่ 3.6c)



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแต่งกวาญี่ปุ่นแกะสลักเป็นรูปใบไม้

### การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์

เตรียมโดยนำผักและผลไม้สดที่แกะสลักรูปใบไม้แล้วจำนวน 1 ชั้น/ซ้า แช่ลงในสารละลายฆ่าเชื้อ 2 ชนิดคือ สารละลายไฮโปคลอไรต์และกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ชนิดของสารฆ่าเชื้อ ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้

ชนิดของสารฆ่าเชื้อ	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ระยะเวลา (นาที)
สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก	40, 60 และ 80	3 และ 5
สารละลายไฮโปคลอไรต์	50 และ 75	3 และ 5

นำชิ้นผักและผลไม้แกะสลักที่ผ่านการแช่ในสารฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้วและปล่อยให้สะเด็ดน้ำใส่ลงในถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีนที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่มีสารละลาย 0.1% เพปโทน-บัพเฟอร์ จำนวน 100 มิลลิลิตร ใช้มือลูบชิ้นผักและผลไม้แกะสลักด้านนอกถุงและเขย่าอย่างเบาๆ เป็นเวลา 2 นาที สารละลายเพปโทนบัพเฟอร์ตัวอย่างที่ได้เป็นความเจือจาง  $10^{-1}$  หลังจากนั้นดูดสารละลายตัวอย่างความเจือจางระดับ  $10^{-1}$  ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ 9 มิลลิลิตร ได้เป็นความเจือจางระดับ  $10^{-2}$  ทำการเจือจางเช่นนี้ต่อไปจนถึงระดับ  $10^{-3}$

## การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี pour plate

### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ total plate count agar ทำโดยชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปฆ่าเชื้อในหม้อหนึ่ง ความดันไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างที่เจือจางในระดับต่างๆ ที่เหมาะสมปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงบนตรงกลางของจานเพาะเชื้อ โดยทำระดับความเจือจางละ 2 จานเพาะเชื้อ/ซ้ำ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 6 จานเพาะเชื้อ แล้วทำการเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงไปในจานเพาะเชื้อ (โดยอุณหภูมิของอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 48-50 องศาเซลเซียส) ผสมอาหารและเชื้อให้เข้ากันและให้เกิดการกระจายอย่างสม่ำเสมอด้วยการหมุนจานเพาะเชื้อตั้งทิ้งไว้จนอุ่นแข็งตัว แล้วจึงกลับจานเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่ติดบนฝาจานหยดลงมาบนฐาน แล้วนำไปบ่มอุณหภูมิ  $35 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์บนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 30-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้ง 6 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในหน่วยโคโลนีต่อชิ้นผักหรือผลไม้สดที่แกะสลักเป็นรูปใบไม้ (cfu/ชิ้น) (BAM, 2001)

### การทดลองที่ 2 ศึกษาชนิดและและ ความเข้มข้นของสารเพิ่มความแน่นเนื้อ (firming agent) ที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สด แกะสลัก

ทำการทดลองศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเพิ่มความแน่นเนื้อ 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเตต และแคลเซียมโพรพิโอเนต โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ตัวอย่างผักและผลไม้ที่ใช้ 5 ชนิด ได้แก่ แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป ฟักทอง และแตงกวาญี่ปุ่น หั่นเป็นชิ้นให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วแช่ตัวอย่างลงในสารละลายต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที ปลอ่ยให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

### การเตรียมตัวอย่างและการวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

#### ก. ฟักทอง

เตรียมโดยผ่าผลฟักทองตามยาวออกเป็น 4 ซีก แล้วหั่นแต่ละซีกออกเป็นแผ่นให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร และใช้มีดตัดเอาเนื้อด้านหัวและท้ายออกแล้วนำไปแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5% สารละลายเกลือแคลเซียมแล็กเตตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% และสารละลายเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% เป็นเวลา 2 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่ในสารละลายใด



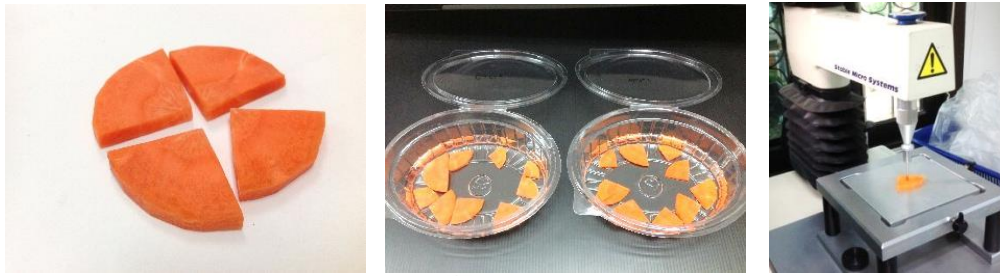
และที่แช่ในน้ำกลั่น ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำตัวอย่าง 3 ชิ้น/ทริตเมนต์ ไปวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XTi / 50, UK) โดยแต่ละชิ้นวัด 3 จุด ได้แก่ ส่วนหัว กลาง และท้ายชิ้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยวัดค่าแรงเจาะทะลุมีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ด้วยหัวเจาะทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6N) โดยตั้งค่าดังนี้ Pre-test speed = 1 mm/sec, Test speed = 2 mm/sec, Post-test speed = 10 mm/sec และ Distance = 10 mm (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 การวัดความแน่นเนื้อของผักทองด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

#### ข. แครอท

ภายหลังการปอกเปลือก หั่นแครอทตามขวางให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร แต่ละชิ้นตัดแบ่งเป็น 4 ชิ้นย่อย นำไปใช้ทดลอง 4 ทริตเมนต์ ประกอบด้วย การแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ สารละลายเกลือแคลเซียมแล็กเตต สารละลายเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนตและชุดควบคุม โดยใช้สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5% สารละลายเกลือแคลเซียมแล็กเตตความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% สารละลายเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% แช่เป็นเวลา 2 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่ในสารละลายใดและที่แช่ในน้ำกลั่น ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำชิ้นแครอท 10 ชิ้น/ทริตเมนต์ ไปวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XTi / 50, UK) โดยวัดเป็นค่าแรงเจาะทะลุมีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ด้วยหัวเจาะทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (P/2N) โดยตั้งค่าดังนี้ Pre-test speed = 1 mm/sec, Test speed = 2 mm/sec, Post-test speed = 10 mm/sec และ Distance = 10 mm (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 การวัดความแน่นเนื้อของแครอทด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

### ค. หัวไชเท้า

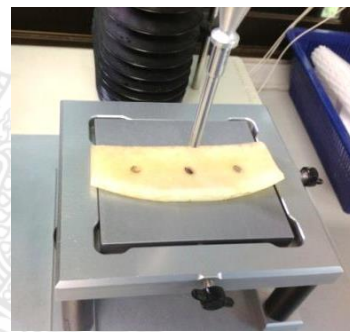
ภายหลังการปอกเปลือก หัวไชเท้าตามขวางให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร แต่ละชิ้นตัดแบ่งเป็น 4 ชิ้นย่อย นำไปใช้ทดลอง 4 ทริตเมนต์ ประกอบด้วย การแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ สารละลายเกลือแคลเซียมแล็กเตต สารละลายเกลือแคลเซียมโพรฟิไอเนต และชุดควบคุม แล้วนำไปจุ่มในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5% สารละลายเกลือแคลเซียมแล็กเตตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% สารละลายเกลือแคลเซียมโพรฟิไอเนตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% เป็นเวลา 2 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้จุ่มในสารละลายใด และจุ่มในน้ำกลั่น ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำตัวอย่าง 10 ชิ้นทริตเมนต์ ไปวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XTi / 50, UK) โดยวัดค่าแรงเจาะทะลุมีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ด้วยหัวเจาะทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6N) โดยตั้งค่าดังนี้ Pre-test speed = 1 mm/sec, Test speed = 2 mm/sec, Post-test speed = 10 mm/sec และ Distance = 10 mm (รูปที่ 3.9)



รูปที่ 3.9 การวัดความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

### ง. แคนตาลูป

เตรียมโดยผ่าผลแคนตาลูปตามยาวออกเป็น 4 ซีก แล้วหั่นแต่ละซีกออกเป็นแผ่น ให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร และใช้มีดตัดเอาเนื้อด้านหัวและท้ายขึ้นออก นำไปแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5% สารละลายเกลือแคลเซียม-แล็กเตตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% สารละลายเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% เป็นเวลา 2 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่ในสารละลายใดและแช่ในน้ำกลั่น ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำตัวอย่าง 3 ชิ้น/ทริตเมนต์ ไปวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XTi / 50, UK) โดยตัวอย่างแต่ละชิ้นจะวัด 3 จุด ได้แก่ ส่วนหัว กลาง และท้ายขึ้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยวัดค่าแรงเจาะทะลุมีหน่วยเป็นนิวตัน(N) ด้วยหัวเจาะทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6N) โดยตั้งค่าดังนี้ Pre-test speed = 1 mm/sec, Test speed = 2 mm/sec, Post-test speed = 10 mm/sec และ Distance = 10 mm (รูปที่ 3.10)

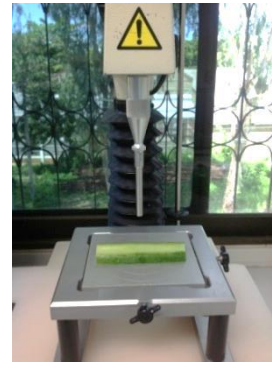


รูปที่ 3.10 การวัดความแน่นเนื้อของแคนตาลูปด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

### จ. แต่งกวาญี่ปุ่น

เตรียมโดยตัดแบ่งแต่งกวาญี่ปุ่นตามยาวให้ได้ 3 ท่อน (ความยาวประมาณ 8 เซนติเมตร) หั่นตามยาวของท่อนเป็น 3 ชิ้น ตรงกลางผลที่เป็นไส้ไม่ใช่ แล้วนำไปแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5% สารละลายเกลือแคลเซียมแล็กเตตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% และสารละลายเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0% เป็นเวลา 2 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่ในสารละลายใดและแช่ในน้ำกลั่น ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำตัวอย่าง 3 ชิ้น/ทริตเมนต์ ไปวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XTi / 50, UK) โดยตัวอย่างแต่ละชิ้นจะวัด 3 จุด ได้แก่ ส่วนหัว กลาง และท้ายขึ้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยวัดค่าแรงเจาะทะลุมีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ด้วยหัวเจาะทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6N) โดยตั้งค่าดังนี้ Pre-test speed = 1 mm/sec, Test speed = 2 mm/sec, Post-test speed = 10 mm/sec และ Distance = 10 mm (รูปที่ 3.11)





รูปที่ 3.11 การวัดความแน่นเนื้อของแตงกวาญี่ปุ่นด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

### การทดลองที่ 3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักผักและผลไม้สด

เนื่องจากผักและผลไม้สดเป็นสิ่งที่มีความมีชีวิต จึงต้องการสารอาหารและออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจ ผลิตพลังงานสำหรับการดำรงชีวิตต่อไป นอกจากนั้นผักและผลไม้สดยังเป็นเนื้อเยื่อที่มีปริมาณน้ำมาก การสูญเสียน้ำจะทำให้ผักและผลไม้สดเหี่ยวและเน่าเสียได้ง่าย การนำผักและผลไม้สดมาแกะสลักเป็นลวดลายต่างๆ เป็นการทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดบาดแผล เซลล์บางส่วนถูกทำลาย ส่งผลให้เนื้อเยื่อพืชมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น มีการผลิตเอทิลีนมากขึ้น เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่ทำให้ผลไม้สุกและเนื้อเยื่อเน่าเร็วขึ้น รวมทั้งเอทิลีนยังเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ทำให้ผักใบสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเร่งการเหี่ยวของดอกไม้บางชนิดด้วย

การแกะสลักผักและผลไม้สดเป็นการทำให้เนื้อเยื่อเกิดบาดแผล หากเป็นการแกะสลักที่มีลวดลายซ้ำซ้อน จะทำให้ผักและผลไม้สดที่แกะสลักเสร็จแล้วมีอัตราการหายใจสูงขึ้น สารอาหารที่สะสมอยู่ภายในเซลล์ของเนื้อเยื่อจะถูกใช้ไปรวดเร็วกว่าปกติ ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น หากมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนร่วมด้วยจะยิ่งทำให้ผักและผลไม้สดที่แกะสลักเน่าเสียได้ง่าย การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผักและผลไม้สดแกะสลักจะเป็นตัวบ่งชี้ระยะเวลาในการเก็บรักษาและคุณภาพภายหลังจากการแกะสลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ดังนั้น ในการทดลองนี้จึงได้ทดลองศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักผักและผลไม้สดจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ พริกทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น ทำการศึกษารูปแบบการแกะสลักจำนวน 4 รูปแบบ ได้แก่ ลายใบไม้ ลายดอกกุหลาบ ลายดอกการ์เนชัน และลายดอกบัวสาย การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ศึกษาได้แก่ อัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน และเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์

### 1. การวัดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน

นำตัวอย่างผักและผลไม้สดแกะสลักวางดรายต่างๆ บรรจุในขวดแก้วขนาด 1 ลิตร ซึ่งน้ำหนักแล้วสำหรับใช้วัดอัตราการหายใจที่มีจุกยางปิดอยู่และปิดฝาให้สนิท (รูปที่ 3.12-3.13)



รูปที่ 3.12 ลักษณะขวดแก้วที่บรรจุผักที่แกะสลักเป็นดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชัน



รูปที่ 3.13 ลักษณะขวดแก้วที่บรรจุแคนตาลูปแต่ละขั้นตอนของการแกะสลักเป็นลายใบไม้

วางขวดแก้วไว้ที่อุณหภูมิห้อง ( $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเข็มฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฉีดไล่แก๊สออกซิเจนออกด้วยแก๊สฮีเลียม วางปลายเข็มเข้าไปที่จุกยางบริเวณกึ่งกลางฝาขวดแก้ว ดูดเอาแก๊สออกมาจากขวดแก้ว 1 มิลลิลิตร ฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Model No. 6890N, Agilent Technologies, USA) เพื่อวัดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการหายใจผักและผลไม้สดแกะสลักที่เป็นลวดลายต่างๆ ด้วย thermal conductivity detector (TCD) โดยใช้ก๊าซฮีเลียมเป็น carrier gas และอัตราการผลิตเอทิลีนด้วย flame ionization detector (FID) โดยใช้ก๊าซฮีเลียมเป็น carrier gas นำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้มาคำนวณหาอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน โดยเปรียบเทียบกับกราฟแก๊สมาตรฐานโดยใช้สมการ ดังนี้

Respiration rate	=	$\frac{\text{difference in CO}_2 \times \text{free volume (ml)} \times 321.75}{\text{Incubated time} \times \text{sample wt} \times (273 + \text{storage temperature } ^\circ\text{C})}$
โดยที่ Difference in CO <sub>2</sub> (%)	=	(%)CO <sub>2</sub> ชุดทดลอง – ความเข้มข้นของ(%)CO <sub>2</sub> ในบรรยากาศ
Free volume (ml)	=	ปริมาตรของขวดแก้ว – ปริมาตรของผักหรือผลไม้
Incubated time (min)	=	ระยะเวลาที่เก็บผักหรือผลไม้ไว้ในขวดแก้ว
Sample wt (kg)	=	น้ำหนักของผักหรือผลไม้
Ethylene production rate	=	$\frac{\text{Freevolume (l)} \times \text{ppmethylenemeasured}}{\text{samplewt(kg)} \times \text{Incubated time (hr)}}$
โดยที่ Free volume (l)	=	ปริมาตรของขวดแก้ว – ปริมาตรของผักหรือผลไม้
Ethylene measured (ppm)	=	ปริมาณเอทิลีนที่วัดได้จากเครื่อง
Sample wt (kg)	=	น้ำหนักของผักหรือผลไม้
Incubated time (hr)	=	ระยะเวลาที่เก็บผักหรือผลไม้ไว้ในขวดแก้ว

การทดลองนี้ได้อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของผักและผลไม้สด และสัณฐานต่าง ๆ ได้แก่

**ก. ขั้นตอนการแกะสลักผักทองเป็นดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น**

ล้างผักทองทั้งเปลือกให้สะอาด ผ่าครึ่งตามยาวใช้ช้อนตักเมล็ดออก ผ่าแบ่งให้ได้ 6 ชั้น ตัดตามขวางของชั้น ให้มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร (รูปที่ 3.14a) จะได้ชั้นผักทองที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (รูปที่ 3.14b) จากนั้นเจียนชั้นผักทองให้เป็นรูปทรงครึ่งวงกลม (รูปที่ 3.14c) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปดอกกุหลาบ (รูปที่ 3.14d) และดอกคาร์เนชั่น (รูปที่ 3.14e)



(a)



(b)



(c)



(d)

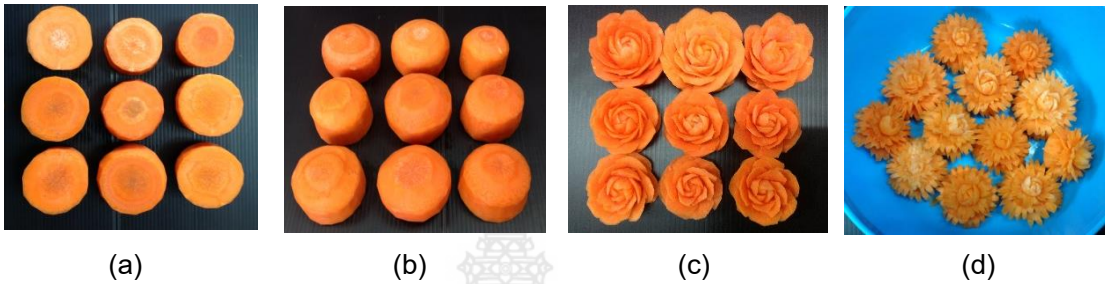


(e)

**รูปที่ 3.14** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างผักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น

**ข. ขั้นตอนการแกะสลักแครอทเป็นดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น**

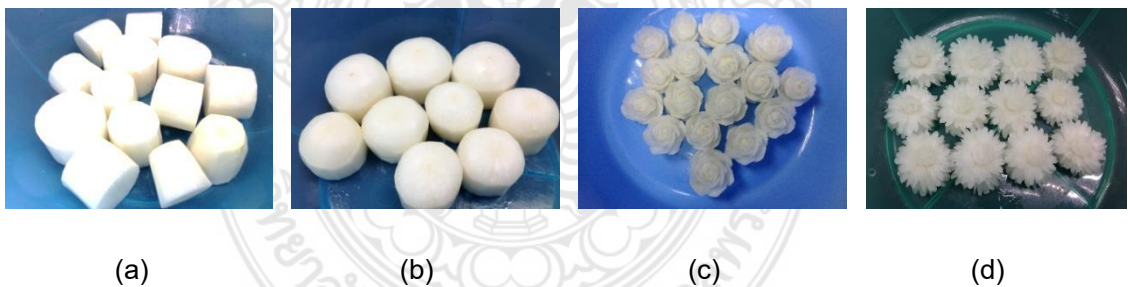
ล้างแครอททั้งเปลือกให้สะอาด ปอกเปลือก ตัดตามขวางของหัวให้มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร (รูปที่ 3.15a) เจียนชั้นแครอทให้เป็นรูปทรงครึ่งวงกลม (รูปที่ 3.15b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปดอกกุหลาบ (รูปที่ 3.15c) และดอกคาร์เนชั่น (รูปที่ 3.15d)



**รูปที่ 3.15** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น

**ค. ขั้นตอนการแกะสลักหัวไชเท้าเป็นดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น**

ล้างหัวไชเท้าทั้งเปลือกให้สะอาด ปอกเปลือก ตัดตามขวางของหัวให้มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร (รูปที่ 3.16a) เจียนชั้นหัวไชเท้าให้เป็นรูปทรงครึ่งวงกลม (รูปที่ 3.16b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปดอกกุหลาบ (รูปที่ 3.16c) และดอกคาร์เนชั่น (รูปที่ 3.16d)



**รูปที่ 3.16** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น



**ง. ขั้นตอนการแกะสลักแคนตาลูปเป็นดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น**

ล้างแคนตาลูปทั้งเปลือกให้สะอาด ฝาดครึ่งตามยาวใช้ช้อนตักเมล็ดออกผ่าแบ่งให้ได้ 6 ชิ้น ตัดตามขวางของชิ้น ให้มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร (รูปที่ 3.17a) จะได้ชิ้นแคนตาลูปที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (รูปที่ 3.17b) จากนั้นเจียนชิ้นแคนตาลูปให้เป็นรูปทรงครึ่งวงกลม (รูปที่ 3.17c) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปดอกกุหลาบ (รูปที่ 3.17d) และดอกคาร์เนชั่น (รูปที่ 3.17e)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

**รูปที่ 3.17** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น

**จ. ขั้นตอนการแกะสลักแตงกวาญี่ปุ่นเป็นดอกบัวสาย**

ล้างแตงกวาญี่ปุ่นทั้งเปลือกให้สะอาด ตัดตามขวางทางด้านหัวและด้านปลายของผลให้มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร (รูปที่ 3.18a) โดยใช้เฉพาะด้านหัวและด้านปลายของผลเท่านั้น (รูปที่ 3.18b) แล้วใช้มีดแกะสลักให้เป็นรูปดอกบัวสาย (รูปที่ 3.18c)



(a)



(b)



(c)

**รูปที่ 3.18** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสาย



ฉ. ขั้นตอนการแกะสลักฟักทองเป็นรูปใบไม้  
ตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 3.2

ช. ขั้นตอนการแกะสลักแครอทเป็นรูปใบไม้  
ตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 3.3

ซ. ขั้นตอนการแกะสลักหัวไชเท้าเป็นรูปใบไม้  
ตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 3.4

ฅ. ขั้นตอนการแกะสลักแคนตาลูปเป็นรูปใบไม้  
ตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 3.5

ญ. ขั้นตอนการแกะสลักแตงกวาญี่ปุ่นเป็นรูปใบไม้  
ตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 3.6

## 2. การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Leakage; EL)

การวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เป็นการประเมินว่าวิธีการแกะสลักนั้นทำให้เซลล์ของเนื้อเยื่อผักและผลไม้เสียหายระหว่างการแกะสลักมากน้อยเท่าใด โดยนำตัวอย่างผักและผลไม้สดที่เตรียมไว้เพื่อแกะสลักในขั้นตอนต่างๆ แช่ลงในน้ำกลั่นปราศจากไอออน (Fan and Sokorai, 2005) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์ที่รั่วไหลออกมาในน้ำกลั่นปราศจากไอออนตามรอยบาดแผล ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่แช่อยู่ในน้ำกลั่นปราศจากไอออนทุกชุดทดลองไปนึ่งในหม้อนึ่งความดันไอ ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อทำลายผนังเซลล์ เมื่อปล่อยให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง นำสารละลายมาวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์ทั้งหมดในชิ้นตัวอย่างผักและผลไม้ คำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ดังสูตร (Hong and Gross, 1998).

$$\% \text{ EL} = \frac{\text{EL}_{(1\text{hr})}}{\text{EL}_{(\text{total})}} \times 100$$

โดยที่ % EL = เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กทรอนิกส์  
 $\text{EL}_{(1\text{hr})}$  = ค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กทรอนิกส์ภายหลังการแช่น้ำปราศจากไอออนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง  
 $\text{EL}_{(\text{total})}$  = ค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด

**การทดลองที่ 4** ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อและสารเคลือบผิวที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่ใช้ตกแต่งจานอาหารเมื่อเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์พลาสติกใสมีฝาปิดสนิท (clamshell) ที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  /  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส

ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อที่ให้ผลดีที่สุดจากผลการทดลองที่ 2 ร่วมกับกรดซิตริกเพื่อช่วยป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และสารเคลือบผิวโคโทซานเพื่อชะลอการแห้งของผิวนอก รวมทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่ใช้ตกแต่งจานอาหาร โดยทำการทดลองเลียนแบบการนำไปใช้งานจริง

#### วิธีทดลอง

นำผักและผลไม้สดแกะสลักที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 ได้แก่ สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เกลือแคลเซียม-แล็กเตต 1.5% และเกลือแคลเซียมโพธิโอเนต 2% ร่วมกับการใช้สารฆ่าเชื้อที่ให้ผลดีที่สุดคือ สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 1.0% และสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% โดยแช่เป็นเวลา 2 นาที

หลังจากนั้นนำผักและผลไม้สดแกะสลักที่ผ่านการแช่ในสารละลายต่างๆ ดังกล่าวไปบรรจุลงในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิท (clamshell) ชุดทดลองละ 3 ชิ้น แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ในระหว่างการเก็บรักษาแต่ละวัน ได้นำตัวอย่างออกมาวางไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เลียนแบบการนำออกมาใช้งานจริงในการวางประดับจานอาหาร หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกหรือสารเคลือบผิวโคโทซานอีกครั้ง ก่อนนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ทำการทดลองเลียนแบบการนำออกมาใช้งานจริงในการวางประดับจานอาหารเช่นนี้ทุกวัน จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากสีและลักษณะปรากฏภายนอกที่ไม่สามารถนำไปใช้ประดับจานอาหารได้อีกต่อไป ถือเป็นการสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ผักและผลไม้สดแกะสลักแต่ละชนิด มีสิ่งทดลอง 6 ทรีตเมนต์ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

**ตารางที่ 3.2** สิ่งทดลอง 6 ทรีตเมนต์สำหรับผักและผลไม้สดแกะสลักแต่ละชนิด

ชนิดของผักและผลไม้สดแกะสลัก	สารเคมีที่ใช้แช่
1. ฟักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบ	1. น้ำกลั่น 3 นาที
2. แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบ	2. PAA80 มิลลิกรัม/ลิตร 3 นาที+ แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% 2 นาที+ โคลโทซานความเข้มข้น 0.25%
3. หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบ	3. PAA80 มิลลิกรัม/ลิตร 3 นาที+ แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% 2 นาที+ โคลโทซานความเข้มข้น 0.5%
4. แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบ	4. แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% 2 นาที + PAA80 มิลลิกรัม/ลิตร 3 นาที
5. แตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสาย	5. แคลเซียมแล็กเทต 1.5% 2 นาที + PAA80 มิลลิกรัม/ลิตร 3 นาที
	6. แคลเซียมโพรฟิไอเน็ต 2% 2 นาที + PAA80 มิลลิกรัม/ลิตร 3 นาที

**การทดลองที่ 5 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่เก็บรักษาในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส**

ได้ทดลองศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่เก็บรักษาในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส โดยนำทรีตเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับผักและผลไม้สดแกะสลักแต่ละชนิดที่ได้จากการทดลองที่ 4 มาใช้แช่ผักและผลไม้สดแกะสลัก 5 ชนิด ได้แก่ ฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป ที่แกะสลักเป็นลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชัน ส่วนแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักเป็นลายดอกบัวสาย

**วิธีการทดลอง**

นำผักและผลไม้สดแกะสลักที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 ได้แก่

1. ฟักทอง: จุ่มในสารฆ่าเชื้อกรดเพอร์ออกซิแอซิดิก เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยการจุ่มในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยโคลโทซาน 0.5%

2. แครอท: จุ่มในสารฆ่าเชื้อกรดเพอร์ออกซิแอซิดิก เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยการจุ่มในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 และเคลือบผิวด้วยโคลโทซาน 0.5%

3. หัวไชเท้า: จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาที

4. แคนตาลูป: จุ่มในสารฆ่าเชื้อกรดเพอร์ออกซีแอสีติกเป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยการจุ่มในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.25% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25%

5. แดงกวาญี่ปุ่น: จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาที

ภายหลังการแช่ในสารละลายดังกล่าวแล้ว นำผักและผลไม้สดแกะสลักไปเก็บรักษาในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียสเพื่อหาอายุการเก็บรักษา โดยวัดการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะปรากฏ การสูญเสียน้ำหนักสด ค่าสี และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด วิธีการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

#### ก. ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏของผักและผลไม้สดแกะสลักจะพิจารณาจาก สีที่ปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการเจริญของจุลินทรีย์ที่ผิว

#### ข. การสูญเสียน้ำหนักสด

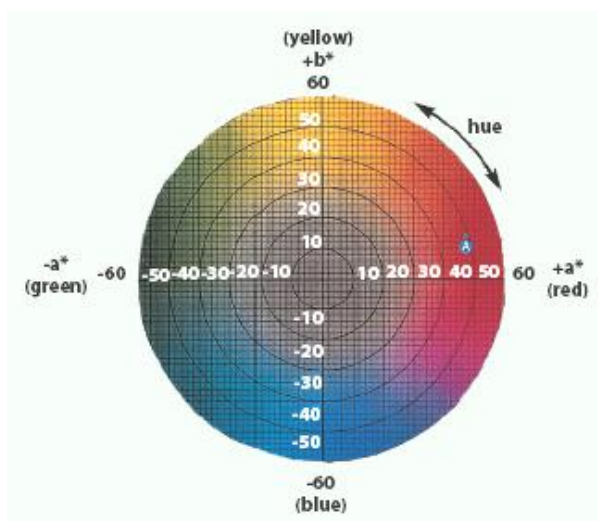
การสูญเสียน้ำหนักสด จะวัดโดยการชั่งน้ำหนักผักและผลไม้สดแกะสลักที่อยู่ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทในวันเริ่มต้น และวันที่ 3, 6, 9 และ 12 ของการเก็บรักษา ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Model PB 1502-5, Mettler-Toledo, Switzerland) แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\% \text{การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักในวันทีวิเคราะห์})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

#### ค. ค่าสี

วัดสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter; ColorQuestXE, HunterLab, USA) ในระบบ Hunter Lab จะให้ค่าสีเป็นค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$

โดยที่ ค่าสี  $L^*$  คือ สีที่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 ถ้า  $L^*$  มีค่าเป็น 0 หมายถึง สีดำ แต่ถ้า  $L^*$  มีค่าเป็น 100 หมายถึง สีขาว ค่าสี  $a^*$  เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) ถ้า  $a^*$  มีค่าเป็นบวกหมายถึง สีแดง ถ้า  $a^*$  มีค่าเป็นลบหมายถึง สีเขียว ค่าสี  $b^*$  เป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness) ถ้า  $b^*$  มีค่าเป็นบวกหมายถึงสีเหลือง ถ้า  $b^*$  มีค่าเป็นลบหมายถึง สีน้ำเงิน



รูปที่ 3.19 การบรรยายสีในระบบ Hunter Lab

ที่มา: <http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/part1/07.html>

#### ง. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักและผลไม้สดแกะสลักวิเคราะห์ตามวิธีที่อธิบายในการทดลองที่ 1

### 3.4 สถานที่ที่ใช้ในการทำวิจัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ  
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### การทดลองที่ 1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีที่เป็นสารฆ่าเชื้อ (sanitizer) ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักและผลไม้สดแกะสลัก

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีที่เป็นสารฆ่าเชื้อในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักและผลไม้สดแกะสลัก โดยได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ 2 ชนิด คือ สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก (PAA) 3 ระดับ คือ 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) 2 ระดับ คือ 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร แช่เป็นเวลา 3 และ 5 นาที เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ผิวของผักและผลไม้สดแกะสลักเป็นรูปไบโม่ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ พักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาที

#### ก. พักทอง

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในพักทองแกะสลักไบโม่ภายหลังการจุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของพักทองแกะสลักไบโม่ในชุดควบคุมมีจำนวน  $7.41 \log \text{cfu/g}$  ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเข้มข้น ระยะเวลา และผลของความเข้มข้น ร่วมกับระยะเวลาส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ลดลงในพักทองแกะสลักไบโม่ที่แช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ โดยการแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที และ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากที่สุด คือ 2.87 และ 2.49  $\log \text{cfu/ชิ้น}$  ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น ดังนั้น สารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในพักทองแกะสลักไบโม่คือสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก ความเข้มข้น 80 มิลลิกรัม/ลิตร แช่เป็นเวลา 3 นาที



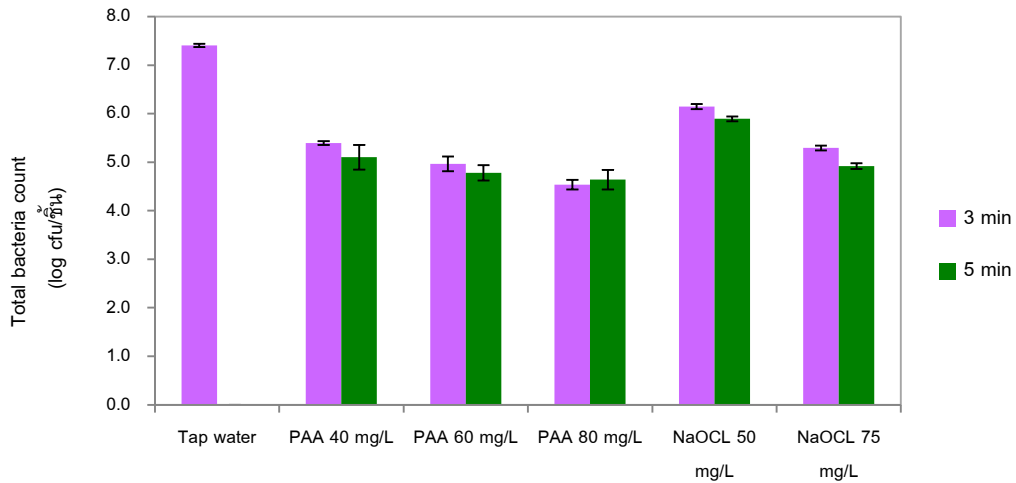
## ข. แครอท

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในชิ้นแครอทแกะสลักไปไม่ภายหลังการแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของชิ้นแครอทแกะสลักไปไม่ในชุดควบคุมมีจำนวน  $4.36 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  การแช่แครอทแกะสลักไปไม่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวลงได้  $1.68\text{-}3.38 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  และการแช่เป็นเวลา 3 และ 5 นาที จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยการแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มากที่สุด คือ  $3.38 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวของแครอทแกะสลักไปไม่ได้  $0.24\text{-}1.70 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  ความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่ที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยการแช่แครอทแกะสลักไปไม่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มากที่สุดคือ  $1.70 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  ดังนั้น การใช้สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก ความเข้มข้น 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวของแครอทแกะสลักไปไม่ได้ดีกว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ทั้ง 2 ความเข้มข้น โดยความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และแช่เป็นเวลา 3 นาที

## ค. หัวไชเท้า

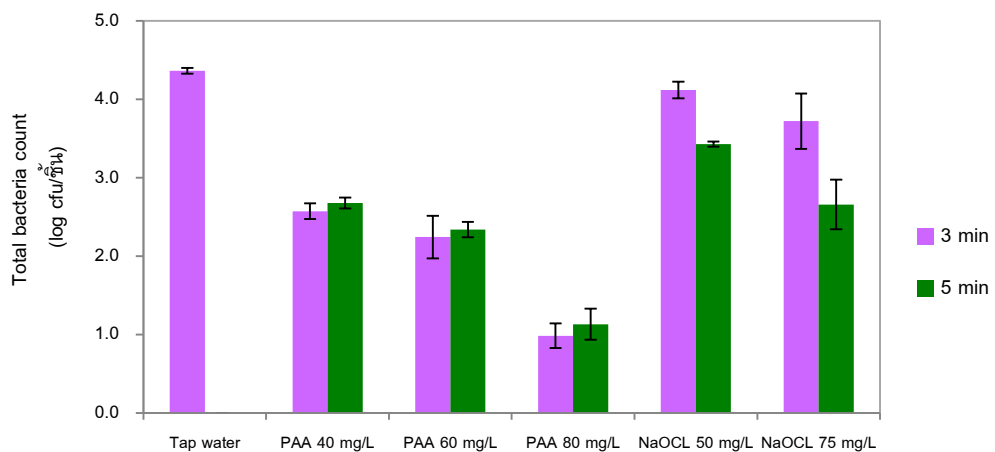
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในหัวไชเท้าแกะสลักไปไม่ภายหลังการแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหัวไชเท้าแกะสลักไปไม่ในชุดควบคุมมีจำนวน  $4.78 \log \text{ cfu/g}$  ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 3 ระดับคือ 40, 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร ระยะเวลาแช่ 2 ระดับ คือ 3 และ 5 นาที และผลของความเข้มข้นร่วมกับระยะเวลาส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) การแช่ในสารละลายความเข้มข้น 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ในช่วง  $2.09\text{-}2.30 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  เมื่อแช่เป็นเวลา 3 และ 5 นาที ดังนั้น การใช้สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 60 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดจำนวนจุลินทรีย์ในหัวไชเท้าแกะสลักไปไม่ โดยลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้  $2.17 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  การแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากที่สุดคือ  $0.52 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกทุกความ

เข้มข้นสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหัวไชเท้าแกะสลักไปไม่ได้ดีกว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ทุกความเข้มข้น ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหัวไชเท้าแกะสลักไปไม่ได้ คือ การใช้สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติกความเข้มข้น 60 มิลลิกรัม/ลิตร แช่เป็นเวลา 3 นาที



รูปที่ 4.1

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผักทองแกะสลักไปไม่ได้ หลังการแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติกความเข้มข้น 40, 60 หรือ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 หรือ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 หรือ 5 นาที



รูปที่ 4.2

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแครอทแกะสลักไปไม่ได้ หลังการแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติกความเข้มข้น 40, 60 หรือ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 หรือ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 หรือ 5 นาที

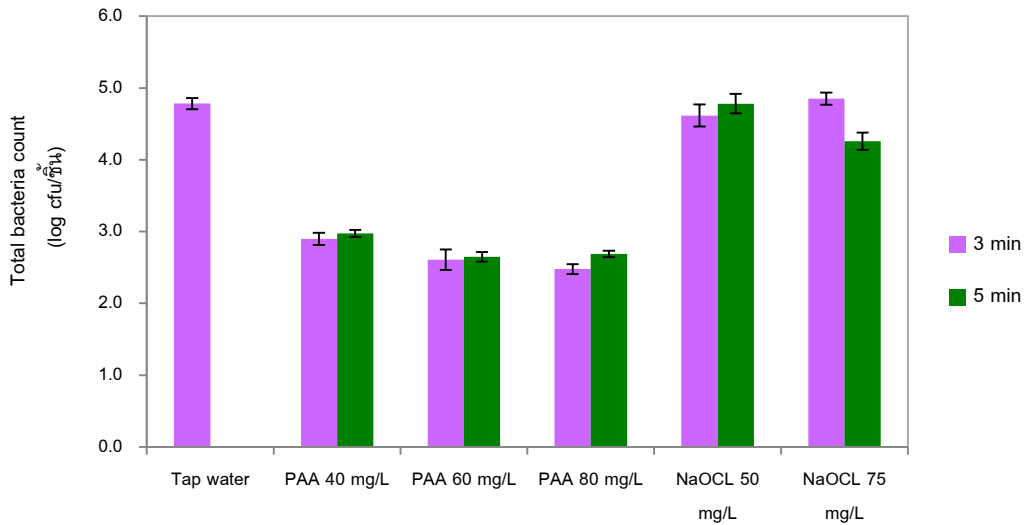


### ง. แคนตาลูป

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแคนตาลูปแกะสลักใบไม้ภายหลังการจุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของแคนตาลูปแกะสลักใบไม้ในชุดควบคุมมีจำนวน  $5.73 \log \text{cfu/ชิ้น}$  การจุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้  $0.60-1.54 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเข้มข้นและระยะเวลาส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากที่สุด คือ  $1.54 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ในขณะที่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้  $0.32-0.65 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ดังนั้นสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในแคนตาลูปแกะสลักใบไม้ได้ดีที่สุดคือ สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 80 มิลลิกรัม/ลิตร แช่เป็นเวลา 5 นาที

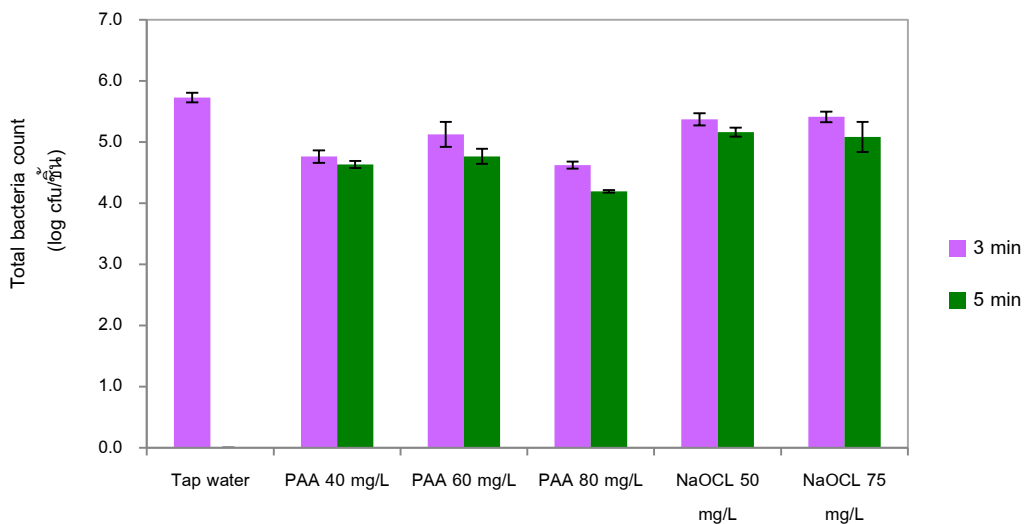
### จ. แดงกวางญี่ปุ่น

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแดงกวางญี่ปุ่นแกะสลักใบไม้ภายหลังการจุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของแดงกวางญี่ปุ่นแกะสลักใบไม้ในชุดควบคุมมีจำนวน  $4.78 \log \text{cfu/ชิ้น}$  การแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากกว่า  $2 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเข้มข้น และผลของความเข้มข้นร่วมกับระยะเวลา ส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ลดลงเมื่อแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก ความเข้มข้น 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากที่สุด คือ  $3.52 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ในขณะที่การแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้  $0.21-1.05 \log \text{cfu/ชิ้น}$  โดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 5 นาทีสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากที่สุด คือ  $1.05 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ดังนั้น สารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสำหรับแดงกวางญี่ปุ่นแกะสลักใบไม้คือ สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก โดยมีสภาวะที่เหมาะสมคือความเข้มข้น 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที



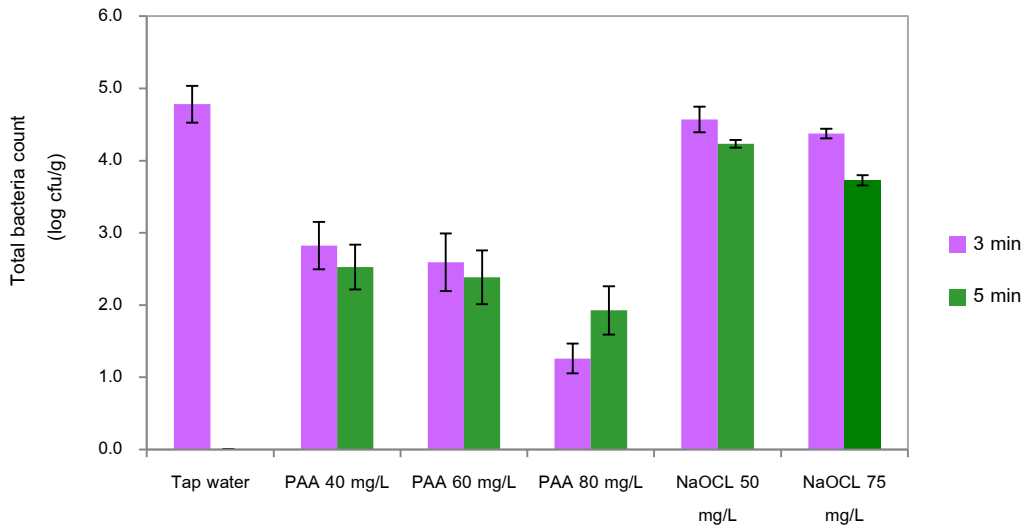
รูปที่ 4.3

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในหัวไชเท้าแกะสลักไปไม้ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 40, 60 หรือ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 หรือ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 หรือ 5 นาที



รูปที่ 4.4

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแคนตาลูปแกะสลักไปไม้ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 40, 60 หรือ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 หรือ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 หรือ 5 นาที



**รูปที่ 4.5** ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแตงกวาญี่ปุ่นและสลักไผ่ ภายหลังจากแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 40, 60 หรือ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 หรือ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 หรือ 5 นาที

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าผักและผลไม้สดแกะสลักแต่ละชนิดมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นแตกต่างกัน และภายหลังจากแช่ในสารฆ่าเชื้อโดยเฉพาะสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตรสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มีประสิทธิภาพดีที่สุด

**การทดลองที่ 2 ผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเพิ่มความแน่นเนื้อ (firming agent) ที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สดแกะสลัก**

ผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเพิ่มความแน่นเนื้อที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สดแกะสลัก 5 ชนิด ได้แก่ แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป ฟักทอง และแตงกวาญี่ปุ่น โดยใช้สารเพิ่มความแน่นเนื้อจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเตต และแคลเซียมโพรฟิไอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 0.5–2.0% โดยแช่ตัวอย่างผักและผลไม้สดหั่นชิ้นเป็นเวลา 2 นาที ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำมาวัดค่าแรงกดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.6–4.10

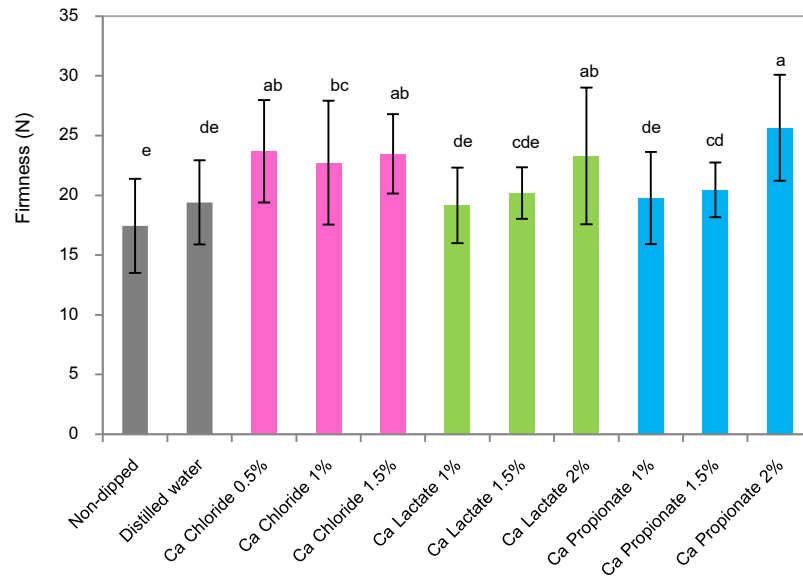
### ก. พักทอง

ความแน่นเนื้อของชิ้นพักทองในชุดควบคุมและชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่นมีค่าเท่ากับ 17.4 และ 19.4 นิวตัน ตามลำดับ การแช่ชิ้นพักทองในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.5% ส่งผลให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 35.7, 30.3 และ 34.5% ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) การแช่ชิ้นพักทองในสารละลายแคลเซียมแล็กเทต และแคลเซียมโพรพิโอเนตที่ระดับความเข้มข้นสูงส่งผลให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้น โดยการแช่ที่ระดับความเข้มข้น 2% มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 33.5 และ 47% ตามลำดับ ในขณะที่การแช่ในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตและแคลเซียมโพรพิโอเนตที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1% ส่งผลให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเพียง 10-17% ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกับการแช่ในน้ำ ดังนั้นสารเพิ่มความแน่นเนื้อที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของชิ้นพักทองคือ การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% หรือ สารละลายแคลเซียมแล็กเทต 2% หรือ แคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 2%

### ข. แครอท

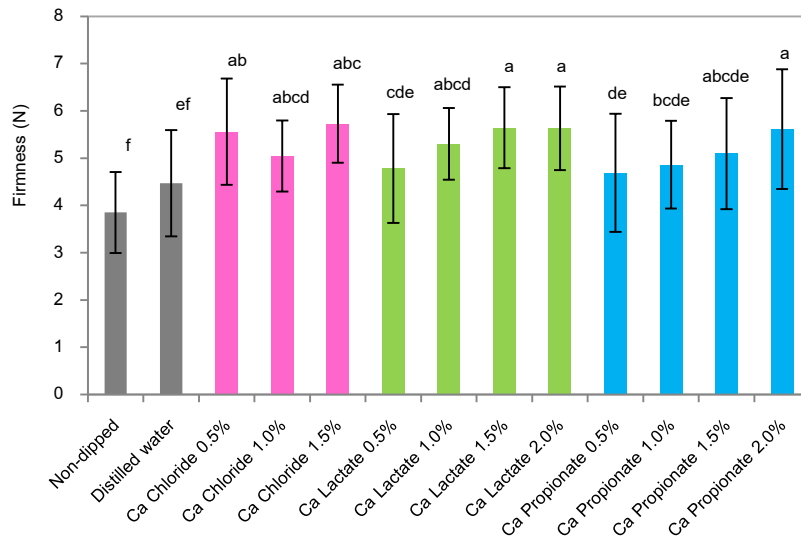
ความแน่นเนื้อของชิ้นแครอทในชุดควบคุมและชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่นมีค่าแรงกดเท่ากับ 3.9 และ 4.4 นิวตัน ตามลำดับ การแช่ชิ้นแครอทในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเทต และแคลเซียมโพรพิโอเนต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ความแน่นเนื้อของชิ้นแครอทมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือแคลเซียมแต่ละชนิดสูงขึ้น การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.5% ส่งผลให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 44.41, 36.15 และ 43.11% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความแน่นเนื้อของชิ้นแครอทที่เพิ่มขึ้นมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

การแช่ชิ้นแครอทในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้น 1.5 และ 2% ส่งผลให้มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 46.6 และ 46.2% ตามลำดับ และไม่แตกต่างกับการแช่ในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้น 1% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 37.7% ในขณะที่การแช่ในสารละลายแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 2% ทำให้มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 45.8% รองลงมาคือความเข้มข้น 1.5% มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 32.4% ดังนั้น สารเพิ่มความแน่นเนื้อที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของแครอทคือ การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5% แคลเซียมแล็กเทต 1.5% และแคลเซียมโพรพิโอเนต 2% โดยทำให้แครอทมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 32-51%



รูปที่ 4.6

ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นผักทองที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเตต และแคลเซียมโพรพิโอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที



รูปที่ 4.7

ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นแครอทที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเตต และแคลเซียมโพรพิโอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที

### ค. หัวไชเท้า

ความแน่นเนื้อของชิ้นหัวไชเท้าชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 28.3 นิวตัน การแช่ชิ้นหัวไชเท้าในน้ำกลั่นมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับความแน่นเนื้อของชิ้นหัวไชเท้าที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% สารละลายแคลเซียมแล็กเทต 0.5, 1 และ 2% และสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 0.5 และ 1% โดยมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นในช่วง 19–35% การแช่ชิ้นหัวไชเท้าในสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนตความเข้มข้น 2% ส่งผลให้ชิ้นหัวไชเท้ามีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด โดยค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 38.7% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นสารเพิ่มความแน่นเนื้อที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของหัวไชเท้าที่ดีที่สุดคือ การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.5% หรือแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้น 1% หรือแคลเซียมโพรฟิไอเนตความเข้มข้น 2%

### ง. แคนตาลูป

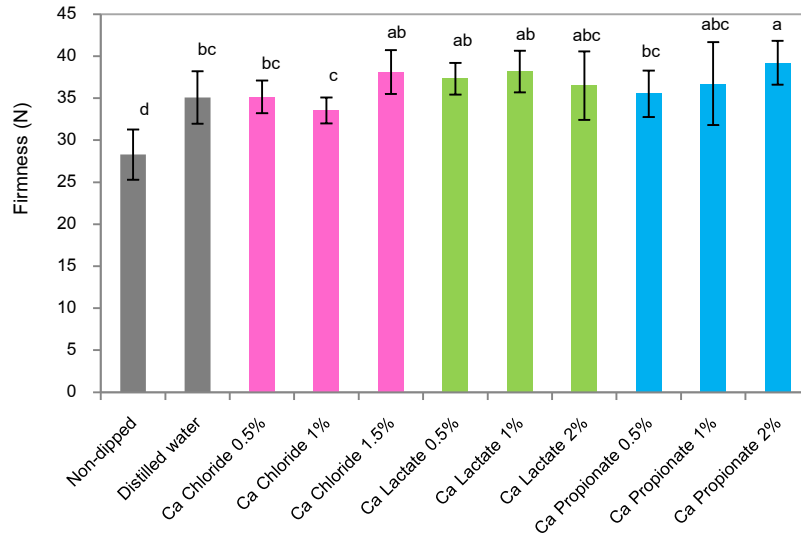
ความแน่นเนื้อของชิ้นแคนตาลูปชุดควบคุมและชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่นมีค่าแรงกดเท่ากับ 15.7 และ 15 นิวตัน ตามลำดับ การแช่ชิ้นแคนตาลูปในน้ำกลั่นมีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5 และ 1% ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 14.8 และ 17.5 นิวตัน ตามลำดับ และการแช่ชิ้นแคนตาลูปในสารละลายแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้น 0.5% ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 17.6 นิวตัน การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือแคลเซียมแต่ละชนิดส่งผลให้ชิ้นแคนตาลูปมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% สารละลายแคลเซียมแล็กเทต 1 และ 2% และสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ส่งผลให้มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด โดยมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 30, 31.8, 36.2 และ 37.7% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นสารเพิ่มความแน่นเนื้อที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของแคนตาลูปคือ การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% หรือสารละลายแคลเซียมแล็กเทต 1% หรือสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2%

### จ. แดงกวางญี่ปุ่น

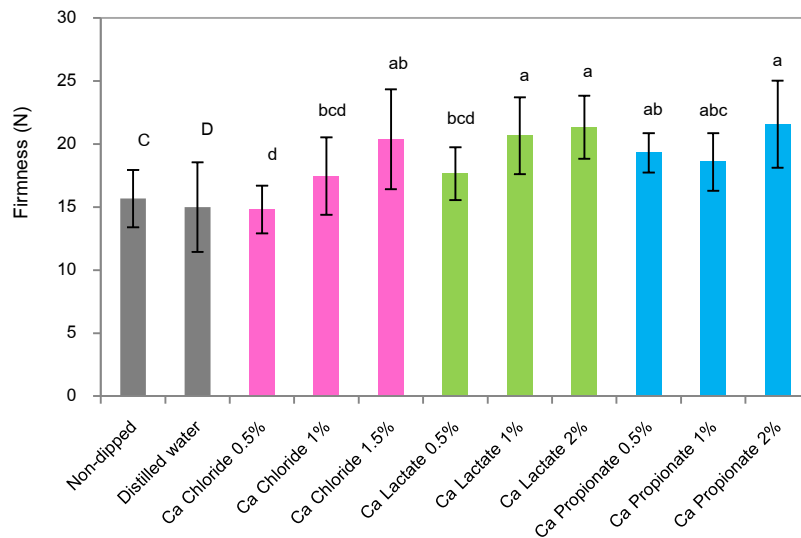
ความแน่นเนื้อของชิ้นแดงกวางญี่ปุ่นชุดควบคุมและชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่นมีค่าเท่ากับ 41.6 และ 43.4 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อแช่ชิ้นแดงกวางญี่ปุ่นในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ส่งผลให้มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 12% อย่างไรก็ตาม ค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับการแช่ชิ้นแดงกวางญี่ปุ่นในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 และ 1.5% รวมทั้งการแช่สารละลายแคลเซียมแล็กเทต 1 และ 2% โดยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 8-9.6% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่การแช่ในน้ำและชุดทดลองอื่นๆ



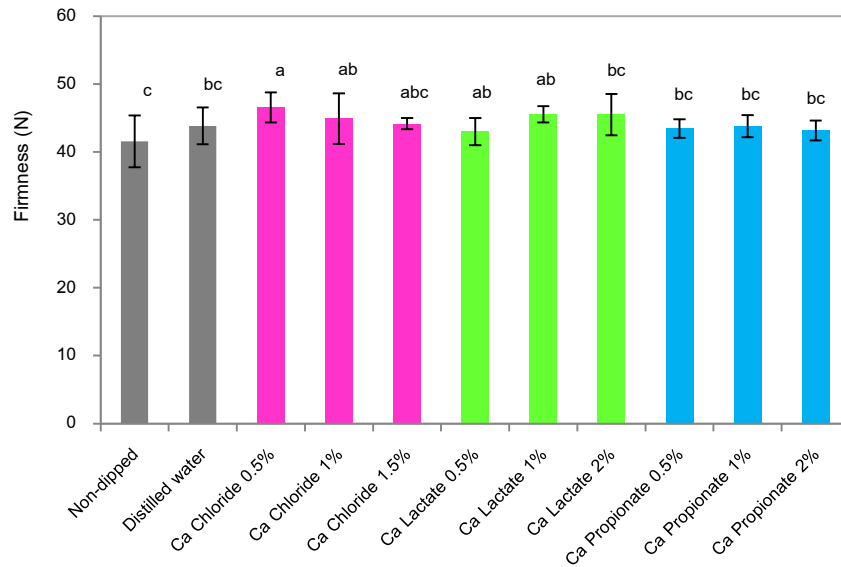
ทั้งหมดมีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเพียง 3.44–5.46%



**รูปที่ 4.8** ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นหัวไชเท้าหั่นที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเตต และ แคลเซียมโพรพิโอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที



**รูปที่ 4.9** ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นแคนตาลูปที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ภายหลังจากแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเตต และ แคลเซียมโพรพิโอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที



**รูปที่ 4.10** ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ของชิ้นแตงกวาญี่ปุ่นที่หั่นตามยาวของผลภายหลังการแช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเทต และแคลเซียม-โพรพิโอเนต ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที

### การทดลองที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักผักและผลไม้สด

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน และการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักผักและผลไม้สด คือ ฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นลายใบไม้ ดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1-4.4

#### อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน











ในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการแกะสลักฟักทองเป็นลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น มีผลกระทบทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น โดยชิ้นฟักทองที่ตัดแต่งเป็นรูปทรงครึ่งวงกลมมีอัตราการหายใจสูงกว่าเนื้อฟักทองหั่นชิ้นโดยที่ยังไม่ได้ปอกเปลือกหรือตัดแต่งให้เป็นรูปทรงครึ่งวงกลม 1.14 เท่า และเมื่อนำชิ้นฟักทองมาแกะสลักเป็นลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น พบว่าทำให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นมาก โดยมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 2.37 และ 2.08 เท่า ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนแรก ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการแกะสลักเป็นลวดลายที่แตกต่างกัน ส่งผลกระทบต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของการหายใจแตกต่างกัน การแกะสลักเป็นลายดอกกุหลาบส่งผลทำให้มีอัตราการหายใจสูงกว่าการแกะสลักเป็นลายดอกคาร์เนชั่น แสดงว่าเนื้อเยื่อของฟักทองที่แกะสลักลายดอกกุหลาบถูกทำลายมากกว่าเนื้อเยื่อของฟักทองที่แกะสลักเป็นลายดอกคาร์เนชั่น สำหรับปริมาณเอทิลีนที่

ปล่อยออกมา ให้ผลในทำนองเดียวกับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การตัดแต่งชั้น ฟักทองก่อนการแกะสลักมีเอทิลีนเพิ่มขึ้นจากเนื้อฟักทองหั่นชั้นโดยที่ยังไม่ได้ปกปิดหรือตัดแต่ง 2.4 เท่า และเมื่อแกะสลักเป็นลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชัน ทำให้มีเอทิลีนคายออกมาเพิ่มขึ้นสูงถึง 8.5 และ 6.9 เท่า ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองในผลแคนตาลูป (Luna-Guzman *et al.*, 1999) และฮันนี่ดีวี่หั่นชั้น (Saftner *et al.*, 2003) ที่ส่งผลให้มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นระหว่างการหั่นชั้น

การแกะสลักแคนตาลูปเป็นลายดอกกุหลาบทำให้มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงกว่าพีชชนิดอื่นๆ รองลงมาคือ ฟักทอง หัวไชเท้า และแครอท อัตราการหายใจของแคนตาลูป ฟักทอง หัวไชเท้า และแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบเพิ่มขึ้น 3.44, 2.37, 2.42 และ 2.39 เท่า จากขั้นตอนแรกของการแกะสลัก อย่างไรก็ตาม ตรวจไม่พบเอทิลีนในแครอทและหัวไชเท้าในระหว่างขั้นตอนของการแกะสลักดอกกุหลาบ อาจเนื่องมาจากอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนที่ต่ำของพีชหัวสำหรับการแกะสลักแตงกวาญี่ปุ่นเป็นลายดอกบัวสายมีอัตราการเพิ่มขึ้นของการหายใจและการผลิตเอทิลีน 1.81 และ 3.16 เท่า จากขั้นตอนแรก

สำหรับอัตราการหายใจของฟักทองหั่นชั้นเพื่อนำไปแกะสลักเป็นรูปใบไม้ มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนต่ำ (ตารางที่ 4.2) เมื่อตัดแต่งให้เป็นรูปทรงใบไม้ และแกะสลักเป็นลายใบไม้เรียบร้อยแล้วมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้นตามระดับของการที่เซลล์ของเนื้อเยื่อถูกทำลาย โดยมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น 1.3 และ 2.2 เท่า และมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น 15.2 และ 25.7 เท่า ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ทั้งอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน การแกะสลักเป็นลายใบไม้จากแคนตาลูป มีอัตราการหายใจสูงสุดที่สุด คือ  $281.44 \pm 3.31 \text{ mg} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$  โดยคิดเป็นการเพิ่มขึ้น 2.2 เท่า จากขั้นตอนแรก ในขณะที่การแกะสลักเป็นลายใบไม้จากแครอท หัวไชเท้า และแตงกวาญี่ปุ่นมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น 2.31, 1.86 และ 1.21 เท่า และมีเอทิลีนเพิ่มขึ้น 2.77, 2.65 และ 1.72 เท่า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.1 อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในแต่ละขั้นตอนการ แกะสลักผักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และ ดอกบัวสาย

ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย	อัตราการหายใจ (mg CO <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	
ผักทอง	1	หั่นเป็นชิ้นทั้งเปลือก		34.5 <sup>d</sup> ± 2.4	7.9 <sup>d</sup> ± 0.9
	2	ปอกเปลือกออกและเจียนเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม		39.3 <sup>c</sup> ± 3.4	17.0 <sup>c</sup> ± 2.0
	3	ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกกุหลาบ		81.8 <sup>a</sup> ± 8.2	67.3 <sup>a</sup> ± 7.9
		ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกคาร์เนชั่น		71.9 <sup>b</sup> ± 3.9	54.3 <sup>b</sup> ± 9.0
แครอท	1	ปอกเปลือกออกและหั่นเป็นท่อน		11.9 <sup>c</sup> ± 0.1	nd
	2	เจียนเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม		14.2 <sup>b</sup> ± 0.3	nd
	3	ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกกุหลาบ		28.3 <sup>a</sup> ± 0.8	nd
หัวไชเท้า	1	ปอกเปลือกออกและหั่นเป็นท่อน		24.5 <sup>c</sup> ± 7.1	nd
	2	เจียนเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม		41.6 <sup>b</sup> ± 4.3	nd
	3	ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกกุหลาบ		59.2 <sup>a</sup> ± 3.7	nd

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)










ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย	อัตราการหายใจ (mg CO <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	
แคนตาลูป	1	หั่นเป็นชิ้นทั้งเปลือก		38.4 <sup>c</sup> ± 0.6	1.7 <sup>c</sup> ± 0.1
	2	ปอกเปลือกออกและเจียนเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม		69.3 <sup>b</sup> ± 2.8	3.6 <sup>b</sup> ± 0.1
	3	ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกกุหลาบ		132.1 <sup>a</sup> ± 1.4	11.1 <sup>a</sup> ± 1.2
แตงกวาญี่ปุ่น	1	ตัดตามขวางทางด้านขั้วและด้านปลายของผล		72.4 <sup>b</sup> ± 1.6	0.5 <sup>b</sup> ± 0.1
	2	ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกบัวสาย		131.9 <sup>a</sup> ± 9.2	1.6 <sup>a</sup> ± 0.1

nd = ไม่สามารถตรวจวัดได้

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย n=4.

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**ตารางที่ 4.2** อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในแต่ละขั้นตอนการ แกะสลักผักทอง แครอท หัวไชเท้าแคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปใบไม้

ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย	อัตราการหายใจ (mg CO <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	
ผักทอง	1	การเตรียมหั่น ชิ้นผักทอง		48.5 <sup>c</sup> ± 4.6	6.1 <sup>c</sup> ± 1.2
	2	การเจียน เป็นรูปใบไม้		77.2 <sup>b</sup> ± 4.0	92.6 <sup>b</sup> ± 3.2
	3	การแกะสลัก เป็นรูปใบไม้		107.1 <sup>a</sup> ± 2.6	156.3 <sup>a</sup> ± 4.2
แครอท	1	การเตรียมหั่น ชิ้นแครอท		34.1 <sup>c</sup> ± 2.3	0.1 <sup>c</sup> ± 0.01
	2	การเจียน เป็นรูปใบไม้		63.8 <sup>b</sup> ± 2.4	0.2 <sup>b</sup> ± 0.02
	3	การแกะสลัก เป็นรูปใบไม้		78.8 <sup>a</sup> ± 4.8	0.4 <sup>a</sup> ± 0.04
หัวไชเท้า	1	การเตรียมหั่น ชิ้นหัวไชเท้า		45.5 <sup>c</sup> ± 1.7	0.2 <sup>c</sup> ± 0.02
	2	การเจียน เป็นรูปใบไม้		56.1 <sup>b</sup> ± 1.5	0.4 <sup>b</sup> ± 0.03
	3	การแกะสลัก เป็นรูปใบไม้		84.9 <sup>a</sup> ± 3.7	0.5 <sup>a</sup> ± 0.02



ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย	อัตราการหายใจ (mg CO <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	อัตราการผลิตเอทิลีน (µl C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	
แคนตาลูป	1	การเตรียมหั่น ชิ้นแคนตาลูป		130.5 <sup>c</sup> ± 2.8	1.1 <sup>c</sup> ± 0.02
	2	การเจียน เป็นรูปใบไม้		182.4 <sup>b</sup> ± 1.4	3.7 <sup>b</sup> ± 0.1
	3	การแกะสลัก เป็นรูปใบไม้		281.4 <sup>a</sup> ± 3.3	9.5 <sup>a</sup> ± 0.1
แตงกวา ญี่ปุ่น	1	การเตรียมหั่นชิ้น แตงกวาญี่ปุ่น		177.2 <sup>c</sup> ± 4.9	2.6 <sup>c</sup> ± 1.1
	2	การเจียน เป็นรูปใบไม้		198.0 <sup>b</sup> ± 6.4	2.9 <sup>b</sup> ± 0.1
	3	การแกะสลัก เป็นรูปใบไม้		214.8 <sup>a</sup> ± 11.4	4.4 <sup>a</sup> ± 0.1

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย n=4.








ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

### การรั่วไหลของสารอเล็กโทรไลต์









การรั่วไหลของสารอเล็กโทรไลต์ระหว่างขั้นตอนการแกะสลักพักทองเป็นลายดอก กุหลาบและดอกคาร์เนชันโดยชิ้นพักทองที่ตัดแต่งเป็นรูปทรงครึ่งวงกลมมีค่าการรั่วไหลของสารอเล็กโทรไลต์มากกว่าเนื้อพักทองหั่นชิ้นโดยที่ยังไม่ได้ปอกเปลือกหรือตัดแต่งเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อแกะสลักเป็นลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชัน พบว่าทำให้มีการรั่วไหลของสารอเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น 4.44 และ 3.93 เท่า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) เช่นเดียวกับการแกะสลักแครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่นเป็นดอกกุหลาบหรือดอกบัวสายมีค่าการรั่วไหลของสารอเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น 5.0, 8.38, 7.87 และ 9.61 เท่า ตามลำดับ

เมื่อนำมาแกะสลักเป็นลายใบไม้ การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยใบไม้ที่แกะสลักจากแคนตาลูปมีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สูงที่สุดคือ 31.04% รองลงมาคือฟักทองมีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ 27.31% โดยคิดเป็นค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนที่เตรียมตัดแต่ง 1.71 และ 2.48% ตามลำดับ ในขณะที่แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นจากชิ้นที่ตัดแต่งเป็นรูปทรงใบไม้ 2.65, 2.48 และ 2.69% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ให้ผลในการทำงานเดียวกันกับอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่มีค่าสูงในแคนตาลูปแกะสลักมากกว่าผักและผลไม้ชนิดอื่นๆ

**ตารางที่ 4.3** เปอร์เซนต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในแต่ละขั้นตอนการแกะสลัก ฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย

ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย	% การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์
ฟักทอง	1	หั่นเป็นชิ้นทั้งเปลือก 	6.58 <sup>d</sup> ± 0.15
	2	ปอกเปลือกออกและเจียนเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม 	9.63 <sup>c</sup> ± 0.27
	3	ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกกุหลาบ 	29.22 <sup>a</sup> ± 2.20
		ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกคาร์เนชั่น 	25.89 <sup>b</sup> ± 0.63
แครอท	1	ปอกเปลือกออกและหั่นเป็นท่อน 	0.92 <sup>d</sup> ± 0.26
	2	เจียนเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม 	0.99 <sup>c</sup> ± 0.13
	3	ภายหลังการแกะสลักเป็นดอกกุหลาบ 	4.60 <sup>b</sup> ± 0.95










ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย		% การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์
หัวไชเท้า	1	ปอกเปลือกออกและ หั่นเป็นท่อน		1.08 <sup>d</sup> ± 0.17
	2	เจียนเป็นรูปทรง ครึ่งวงกลม		1.50 <sup>c</sup> ± 0.11
	3	ภายหลังการแกะสลัก เป็นดอกกุหลาบ		9.05 <sup>b</sup> ± 0.73
แคนตาลูป	1	หั่นเป็นชิ้นทั้งเปลือก		3.29 <sup>d</sup> ± 0.47
	2	ปอกเปลือกออกและ เจียนเป็นรูปทรง ครึ่งวงกลม		9.63 <sup>c</sup> ± 0.79
	3	ภายหลังการแกะสลัก เป็นดอกกุหลาบ		25.89 <sup>b</sup> ± 1.33
แตงกวา ญี่ปุ่น	1	ตัดตามขวางทาง ด้านขั้วและด้านปลาย ของผล		0.89 <sup>b</sup> ± 0.29
	2	ภายหลังการแกะสลัก เป็นดอกบัวสาย		8.55 <sup>a</sup> ± 1.35

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย n=3.

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**ตารางที่ 4.4** เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในแต่ละขั้นตอนการแกะสลัก ฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เป็นรูปไบไม้

ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย	% การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์
ฟักทอง	1	การเตรียมหั่น ชิ้นฟักทอง	 15.98 <sup>c</sup> ± 3.95
	2	การเจียน เป็นรูปไบไม้	 19.41 <sup>b</sup> ± 9.19
	3	การแกะสลัก เป็นรูปไบไม้	 27.31 <sup>a</sup> ± 5.81
แครอท	1	การเตรียมหั่น ชิ้นแครอท	 2.15 <sup>c</sup> ± 0.57
	2	การเจียน เป็นรูปไบไม้	 3.11 <sup>b</sup> ± 0.22
	3	การแกะสลัก เป็นรูปไบไม้	 5.69 <sup>a</sup> ± 1.42
หัวไชเท้า	1	การเตรียมหั่น ชิ้นหัวไชเท้า	 6.86 <sup>c</sup> ± 0.56
	2	การเจียน เป็นรูปไบไม้	 8.51 <sup>b</sup> ± 1.65
	3	การแกะสลัก เป็นรูปไบไม้	 16.99 <sup>a</sup> ± 0.45

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชนิดพืช	ขั้นตอน	คำอธิบาย	% การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์
แคนตาลูป	1	การเตรียมหั่น ชิ้นแคนตาลูป	 12.54 <sup>c</sup> ± 0.76
	2	การเจียน เป็นรูปใบไม้	 17.49 <sup>b</sup> ± 1.13
	3	การแกะสลัก เป็นรูปใบไม้	 31.04 <sup>a</sup> ± 3.03
แตงกวา ญี่ปุ่น	1	การเตรียมหั่น ชิ้นแตงกวาญี่ปุ่น	 3.94 <sup>c</sup> ± 0.80
	2	การเจียน เป็นรูปใบไม้	 4.13 <sup>b</sup> ± 0.57
	3	การแกะสลัก เป็นรูปใบไม้	 9.05 <sup>a</sup> ± 0.94

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย n=3.

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**การทดลองที่ 4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลัก  
เพื่อใช้ตกแต่งจานอาหารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1/25 \pm 1$  องศาเซลเซียส**

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักเพื่อใช้ตกแต่งจานอาหาร โดยทำการทดลองเลียนแบบการนำไปใช้งานจริง คือนำผักและผลไม้สดแกะสลักที่ผ่านการแช่ใน สารละลายที่ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อที่ให้ผลดีที่สุด จากการทดลองที่ 2 ได้แก่ สารละลายเกลือ แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เกลือแคลเซียมแล็กเทต 1.5% และเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนต 2% ร่วมกับการใช้สารฆ่าเชื้อที่ให้ผลดีที่สุดคือ สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร

และใช้สารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% เพื่อชะลอการแห้งของผิวนอก แล้วนำไปบรรจุในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิท (clamshell) ชุดทดลองละ 3 ชั้น แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ในระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละวัน ได้นำตัวอย่างออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิ  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เลียนแบบการนำออกมาใช้งานจริงในการวางประดับจานอาหารหลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสिटิกหรือสารเคลือบผิวไคโทซานอีกครั้ง ก่อนนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ทำการทดลองเลียนแบบการนำออกมาใช้งานจริงในการวางประดับจานอาหารทุกวันจนกระทั่งลักษณะปรากฏภายนอกไม่สามารถนำไปใช้ประดับจานอาหารได้อีกต่อไป ถือเป็น การสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

### ก. ฟักทอง

ผลการศึกษาฟักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เกลือแคลเซียมแล็กเตต 1.5% และเกลือแคลเซียมโพธิโอเนต 2% เป็นเวลา 2 นาที ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสिटิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที และสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ที่ละลายในกรดซิตริก 1% เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น

ผลการทดลองพบว่าภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ทุกทรีตเมนต์มีสีซีดจางลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 โดยเฉพาะชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่น และชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และแคลเซียมแล็กเตต 1.5% และแคลเซียมโพธิโอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสिटิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร โดยการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.5% สามารถรักษาการเปลี่ยนแปลงของสีได้ดีที่สุด รองลงมาคือการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25% (รูปที่ 4.12) ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25% และ 0.5% เริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบริเวณกลีบของดอก ในขณะที่ชุดทดลองอื่นๆ มีสีซีดจางลง และชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสिटิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่มละ (รูปที่ 4.13) ดังนั้น ทรีตเมนต์ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาฟักทองแกะสลักดอกกุหลาบ คือการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.5%

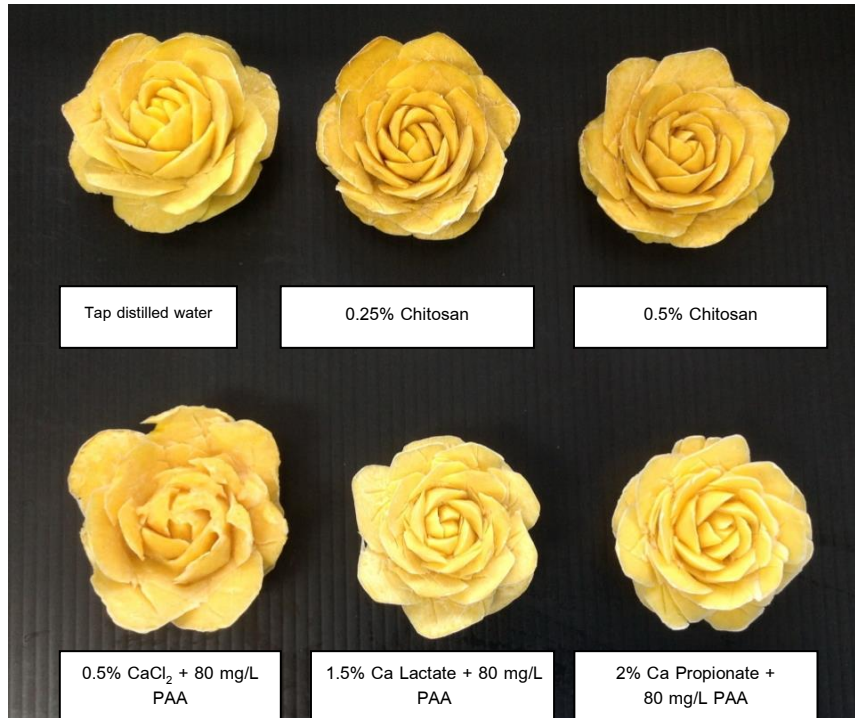




รูปที่ 4.11 ฟักทองแกะสลักดอกกุหลาบวันที 0



รูปที่ 4.12 ฟักทองแกะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน



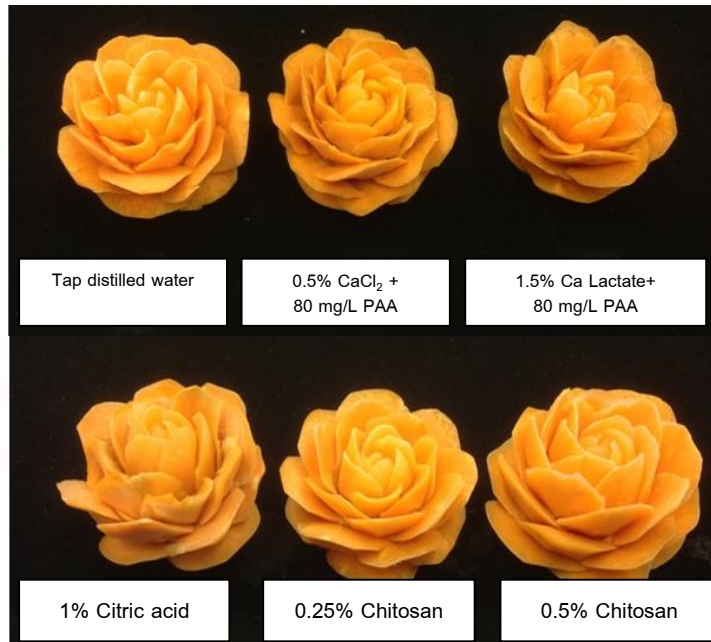
รูปที่ 4.13 พักทองแกะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน

#### ข. แครอท

ผลการศึกษาแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และแคลเซียมแล็กเตต 1.5% เป็นเวลา 2 นาที ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ที่ละลายในกรดซิตริก 1% เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่นและสารละลายกรดซิตริก 1%

ผลการทดลองพบว่า แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบในทุกทรีตเมนต์มีลักษณะไม่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน (รูปที่ 4.14) ภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน แครอทแกะสลักดอกกุหลาบในชุดทดลองที่แช่ในสารละลายกรดซิตริก 1% และชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และแคลเซียมแล็กเตต 1.5% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร มีสีซีดจางลงอย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะชุดทดลองที่แช่ในสารละลายกรดซิตริก และชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแล็กเตตมีสีเปลี่ยนเป็นสีคล้ำขึ้นด้วย (รูปที่ 4.15) ในขณะที่ชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่นและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.16) ภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 9 และ 11 วัน ชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่นเริ่มเกิดการเหี่ยวและมีสีน้ำตาลบริเวณกลีบของดอก (รูปที่ 4.17-4.18)

และชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.5% มีสีคล้ำขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 4.17-4.18) ดังนั้นทรีตเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาแครอทแกะสลักดอกกุหลาบ คือ การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.25%

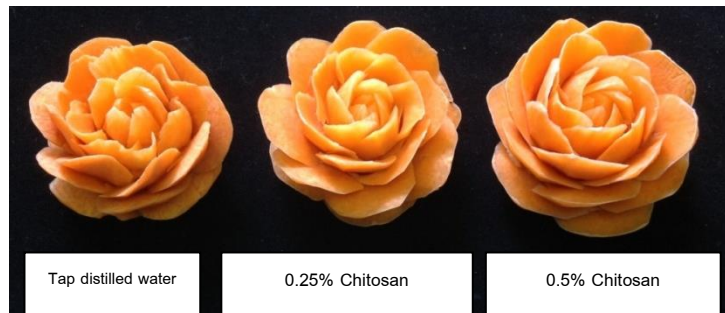


รูปที่ 4.14 แครอทแกะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน



รูปที่ 4.15 แครอทแกะสลักดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน





**รูปที่ 4.16** แครอทแกะสลักดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับ สารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% และชุดควบคุม ที่แช่ใน น้ำกลั่นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน



**รูปที่ 4.17** แครอทแกะสลักดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับ สารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% และชุดควบคุมที่แช่ใน น้ำกลั่นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน



**รูปที่ 4.18** แครอทแกะสลักดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับ สารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% และชุดควบคุมที่แช่ใน น้ำกลั่นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 11 วัน

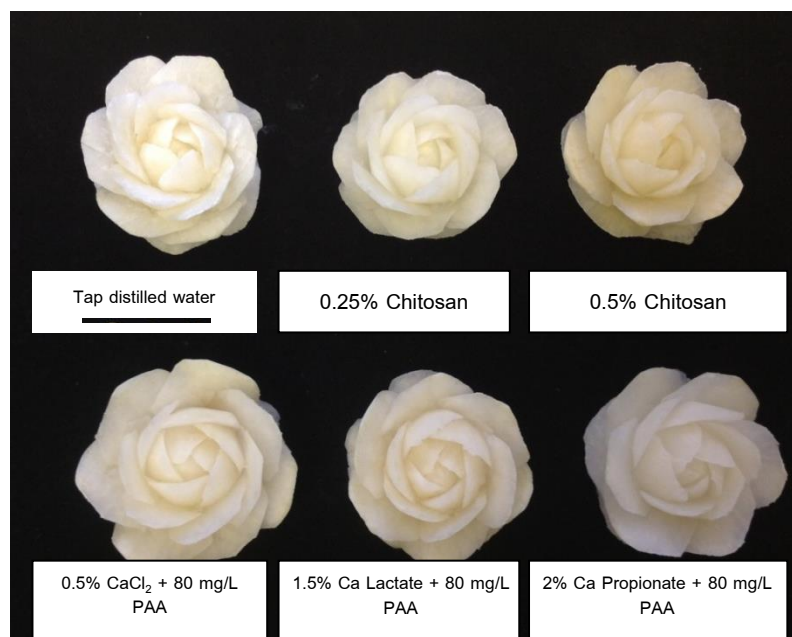
### ค. หัวไชเท้า

ผลการศึกษาหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และแคลเซียมแล็กเตต 1.5% และแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% เป็นเวลา 2 นาที ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ที่ละลายในกรดซิตริก 1% เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น

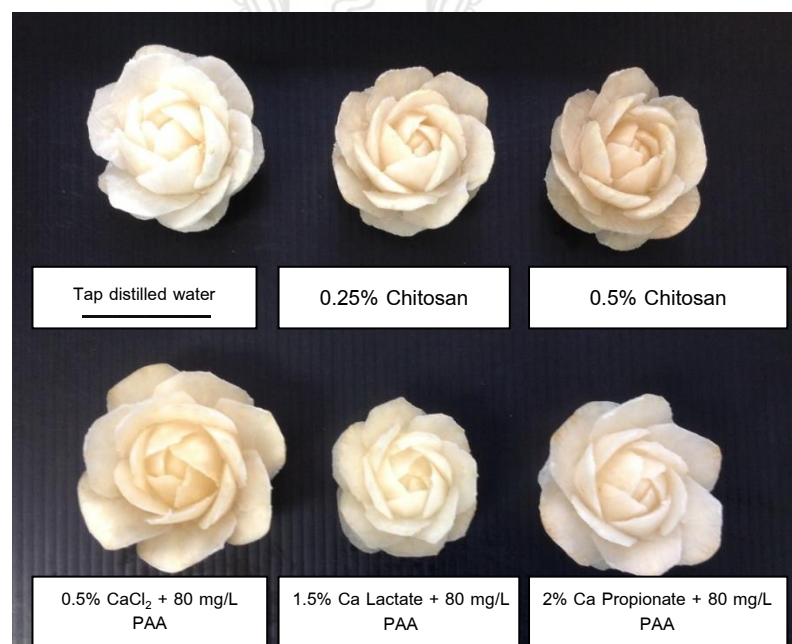
ผลการทดลองพบว่า ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน ชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซาน 0.5% เกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองอ่อน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ (รูปที่ 4.20) ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และแคลเซียมแล็กเตต 1.5% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร และชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซาน 0.25% มีการเปลี่ยนแปลงของสีเป็นสีเหลืองอ่อน ยกเว้นชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร และชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น (รูปที่ 4.21) ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ชุดทดลองที่ดีที่สุดที่สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบคือ ชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น รองลงมาคือ ชุดทดลองที่แช่ในสารละลายเกลือแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร (รูปที่ 4.22)



รูปที่ 4.19 หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบวันที่ 0

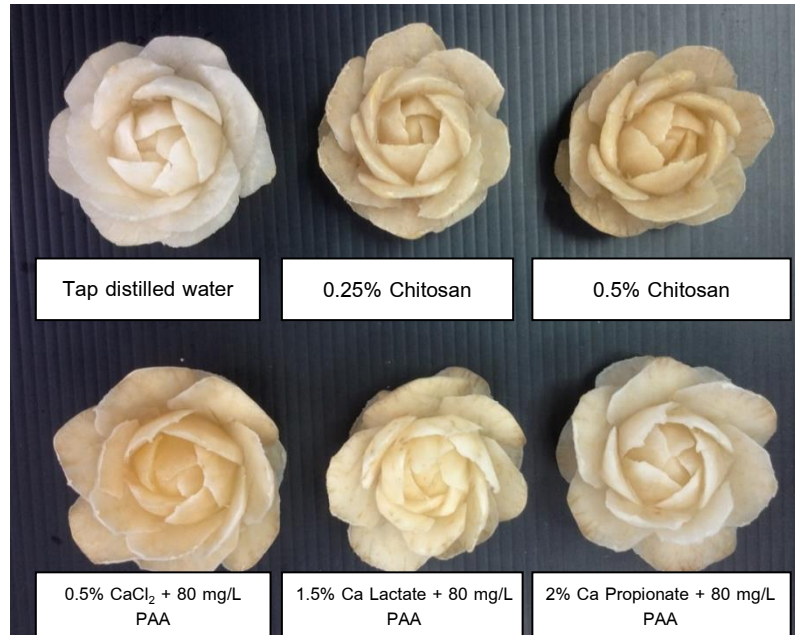


รูปที่ 4.20 หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน



รูปที่ 4.21 หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน





รูปที่ 4.22 หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน

### ง. แคนตาลูป

ผลการศึกษาคันตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายแคลเซียม-คลอไรด์ 0.5% แคลเซียมแล็กเตต 1.5% และแคลเซียมโพรพิโอเนต 2% เป็นเวลา 2 นาที ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ที่ละลายในกรดซิตริก 1% เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น

ผลการทดลองพบว่า แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน ทุกทรีตเมนต์มีลักษณะน่าน้ำ (รูปที่ 4.24) เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ทุกชุดการทดลองมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม มีสีซีดจางและเกิดกลิ่นผิดปกติ (off-odor) ขึ้น โดยเฉพาะชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่นและชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% แคลเซียมแล็กเตต 1.5% และแคลเซียมโพรพิโอเนต 2 ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร (รูปที่ 4.25) อย่างไรก็ตาม ไม่ปรากฏกลิ่นที่ผิดปกติในชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5%



รูปที่ 4.23 แคนตาลูปแกะสลักกลายดอกกุหลาบในวันที่ 0



รูปที่ 4.24 แคนตาลูปแกะสลักกลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน

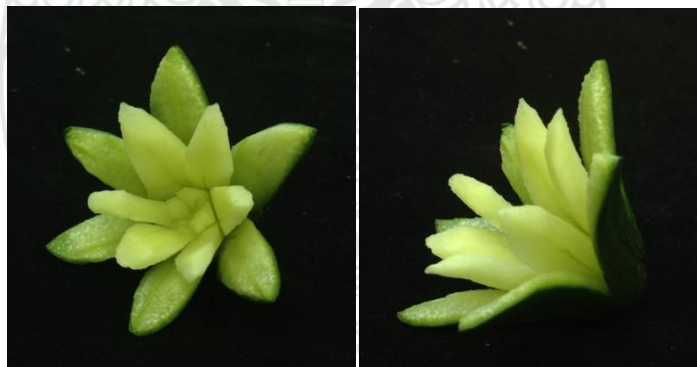


รูปที่ 4.25 แคนตาลูปแกะสลักกลายดอกกุหลาบภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน

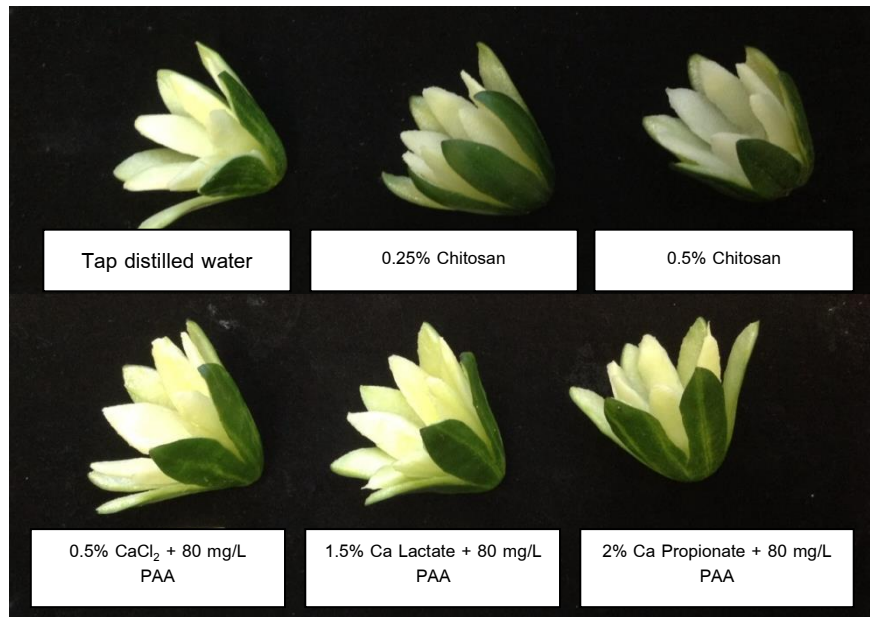
### จ. แต่งกวางญี่ปุ่น

ผลการศึกษาแต่งกวางญี่ปุ่นแกะสลักเป็นดอกบัวสายที่แช่ในสารละลายแคลเซียม-คลอไรด์ 0.5% แคลเซียมแล็กเตต 1.5% และแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% เป็นเวลา 2 นาที ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ที่ละลายในกรดซิตริก 1% เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น

ผลการทดลองพบว่าภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน แต่งกวางญี่ปุ่นแกะสลักดอกบัวสายที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ปรากฏอาการเหี่ยวของกลีบดอก อย่างไรก็ตาม สีของกลีบดอกบัวสายที่แกะสลักจากแต่งกวางญี่ปุ่นด้านในมีสีขาวและไม่ปรากฏสีน้ำตาลในทุกชุดการทดลอง (รูปที่ 4.27) ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วันชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ปรากฏสีน้ำตาลอย่างชัดเจน โดยชุดทดลองที่ยังคงความสดและกลีบดอกด้านในยังมีสีขาวคือ ชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่น และชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร (รูปที่ 4.28) ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ชุดทดลองที่แช่ในน้ำกลั่น กลีบดอกบัวสายด้านในเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเล็กน้อย แต่ยังคงความสดได้ดีกว่าการแช่ในสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร (รูปที่ 4.29)



รูปที่ 4.26 แต่งกวางญี่ปุ่นแกะสลักดอกบัวสายวันที่ 0

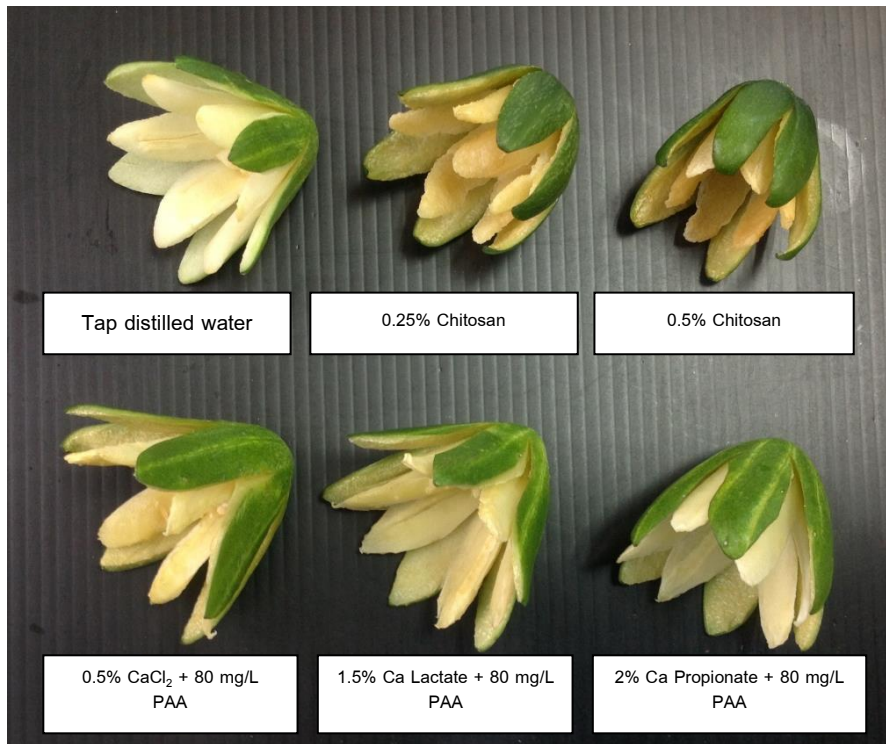


รูปที่ 4.27 แสดงกวางฉี่ปูนแกะสลักดอกบัวสายภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน



รูปที่ 4.28 แสดงกวางฉี่ปูนแกะสลักดอกบัวสายภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน





รูปที่ 4.29 แสดงกวางฉู่ปุ่นแกะสลักดอกบัวสายภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน

### การทดลองที่ 5 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่ อุณหภูมิ $5 \pm 1$ องศาเซลเซียสในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

จากผลการทดลองที่ 4 ได้นำทริตเมนต์ที่ดีที่สุดสำหรับผักและผลไม้จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ พักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาฉู่ปุ่น มาใช้แช่ผักและผลไม้สดแกะสลัก 2 รูปแบบ ได้แก่ การแกะสลักลายดอกกุหลาบและลายดอกคาร์เนชัน สำหรับแตงกวาฉู่ปุ่นจะแกะสลักเป็นลายดอกบัวสาย โดยทริตเมนต์ที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 4 สำหรับผักและผลไม้สดแกะสลักแต่ละชนิด คือ

- พักทอง: จุ่มในสารฆ่าเชื้อกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยการจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.5%
- แครอท: จุ่มในสารฆ่าเชื้อกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตรเป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยการจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25%
- หัวไชเท้า: จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาที

- แคนตาลูป: จุ่มในสารฆ่าเชื้อกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยการจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25%
  - แดงกวาญี่ปุ่น: จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาที
- ภายหลังการแช่ในสารละลายดังกล่าวแล้ว บรรจุผักและผลไม้สดแกะสลักในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทเก็บรักษาอุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียสเพื่อหาอายุการเก็บรักษา โดยวัดการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะปรากฏ การสูญเสียน้ำหนักสด ค่าสี และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

### ก. การสูญเสียน้ำหนักสด

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของฟักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแดงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย แสดงในรูปที่ 4.30 การสูญเสียน้ำหนักของฟักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบเป็นไปในทางเดียวกับอัตราการหายใจที่สูง (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าฟักทองแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่น ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ฟักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 1.84% และฟักทองแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 1.46%

แครอทแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักภายหลังเก็บรักษา 3 และ 6 วัน มากกว่าแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบ อาจเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเกิดสีขาวที่กลีบดอกคาร์เนชั่นทำให้เกิดการแห้งและสูญเสีย น้ำ ในขณะที่แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบมีการซีดจางของสีน้อยกว่า (ตารางที่ 4.6) อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในวันที่ 9 และ 12 มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มีการซีดจางของสีมากขึ้น เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.20 และ 2.01% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบในช่วง 0-6 วันของการเก็บรักษามีค่าสูงกว่าหัวไชเท้าที่แกะสลักลายดอกคาร์เนชั่น สอดคล้องกับอัตราการหายใจที่มีค่าสูง (ตารางที่ 4.1) ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน หัวไชเท้าที่แกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงกว่าดอกกุหลาบ อาจเนื่องมาจากการเกิดสีน้ำตาลจึงทำให้เกิดการแห้งแข็งและสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.7) และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.91 และ 2.39% ตามลำดับ

แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน คือ 0.18 และ 0.15% ตามลำดับ แต่



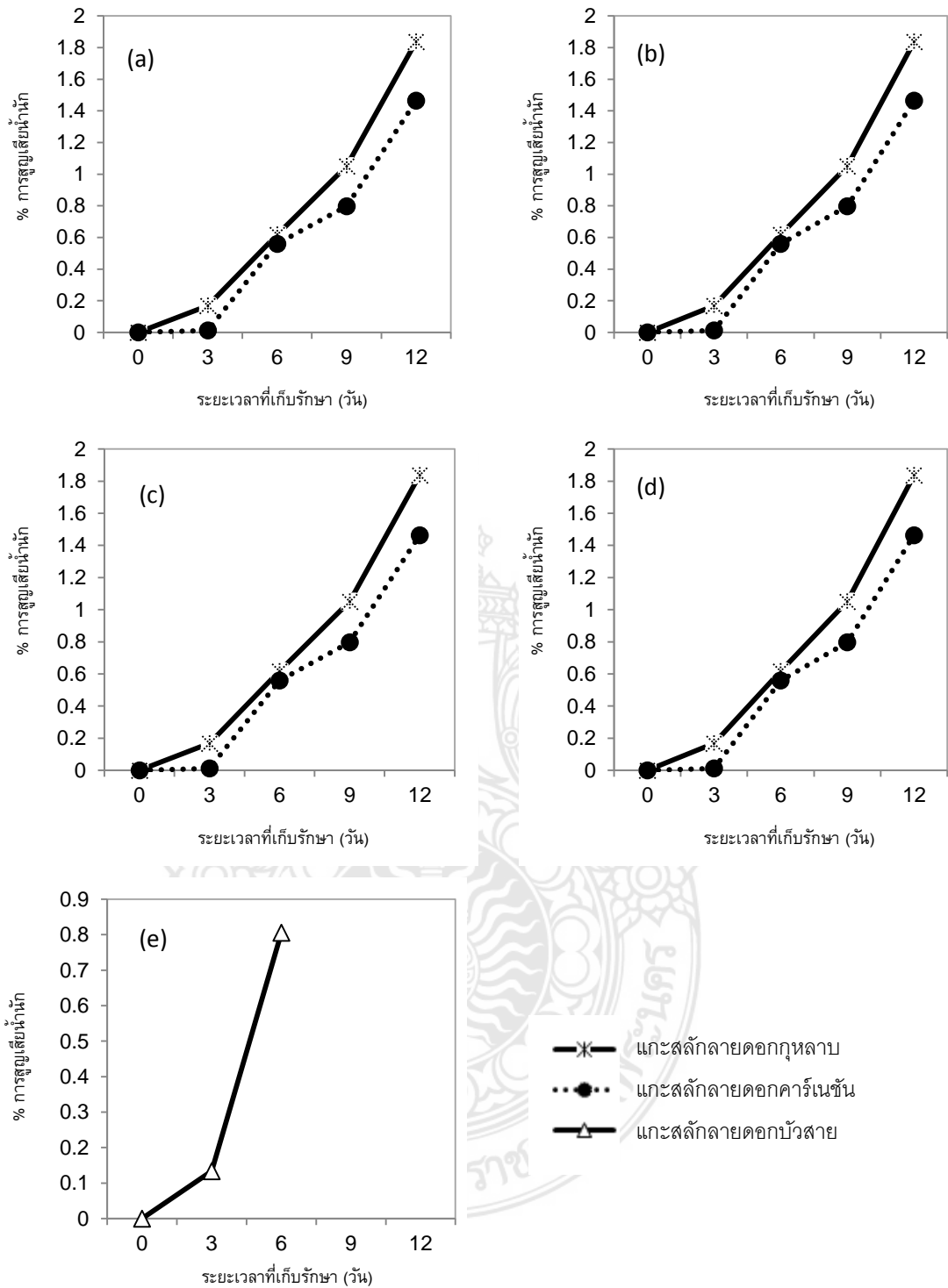
หลังจาก 6 วัน ของการเก็บรักษาแคนตาลูปแกะสลักลายดอกคาร์เนชันมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักมากกว่าจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน คือ 1.50% การสูญเสียน้ำหนัก เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการเหี่ยวของกลีบดอกซึ่งสังเกตได้จากลักษณะปรากฏดังแสดงในตารางที่ 4.8 ส่วนแคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 1.27%

สำหรับแตงกวาแกะสลักลายดอกบัวสายมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักภายหลัง เก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน เท่ากับ 0.8%

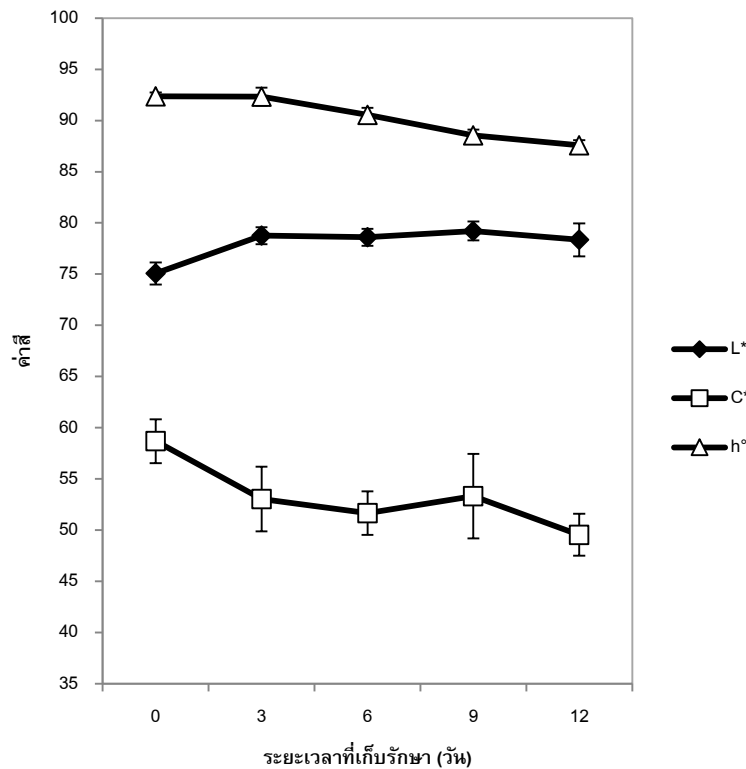
## ข. การเปลี่ยนแปลงค่าสี

### ● พักทอง

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, chroma (C\*) และ hue angle (h°) ของพักทองหั่น ชิ้นแสดงในรูปที่ 4.31 ค่าสี L\*, C\* และ h° เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ  $75.06 \pm 1.07$ ,  $58.69 \pm 2.15$  และ  $92.35 \pm 0.40$  ตามลำดับ ค่า h° แสดงถึงค่าสีที่แท้จริงของวัตถุ ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 90 องศาแสดงว่า วัตถุอยู่ในกลุ่มสีเหลือง และมีค่า C\* เข้าใกล้ 60 แสดงว่าความเข้มข้นของสีเหลืองที่ปรากฏยิ่ง มากขึ้นด้วยในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ค่าสี C\* และ h° มีค่าลดลง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนค่าสี L\* มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าชั้นพักทองมีสีซีดจางลง สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของพักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชัน (ตารางที่ 4.5)



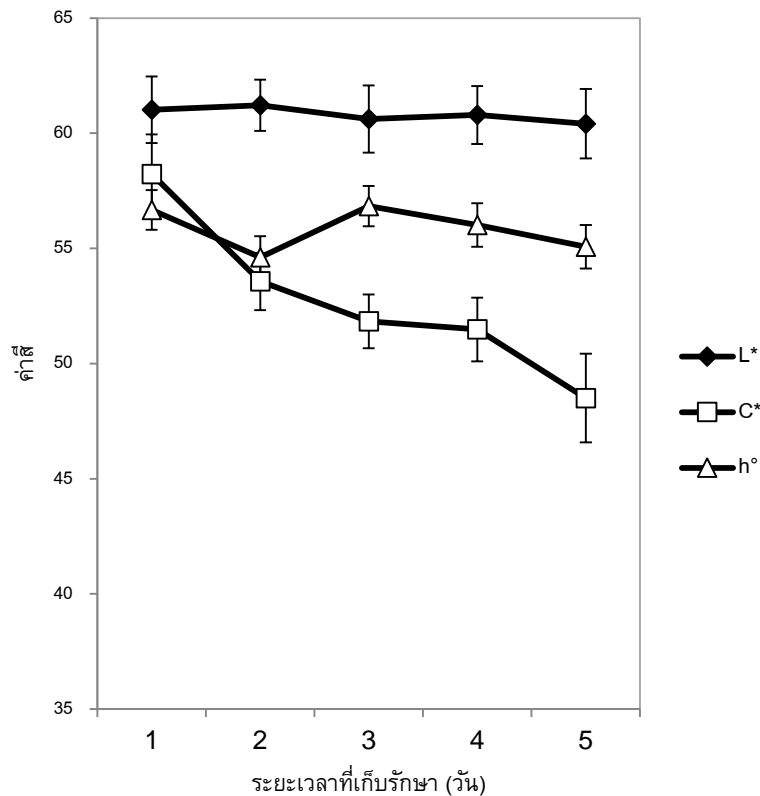
**รูปที่ 4.30** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของฟักทอง (a) แครอท (b) หัวไชเท้า (c) แคนตาลูป (d) และแตงกวาญี่ปุ่น (e) แกะสลักลายดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท



**รูปที่ 4.31** ค่าสี L\*, C\* และ h° ของฟักทองหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

● **แคโรทีน**

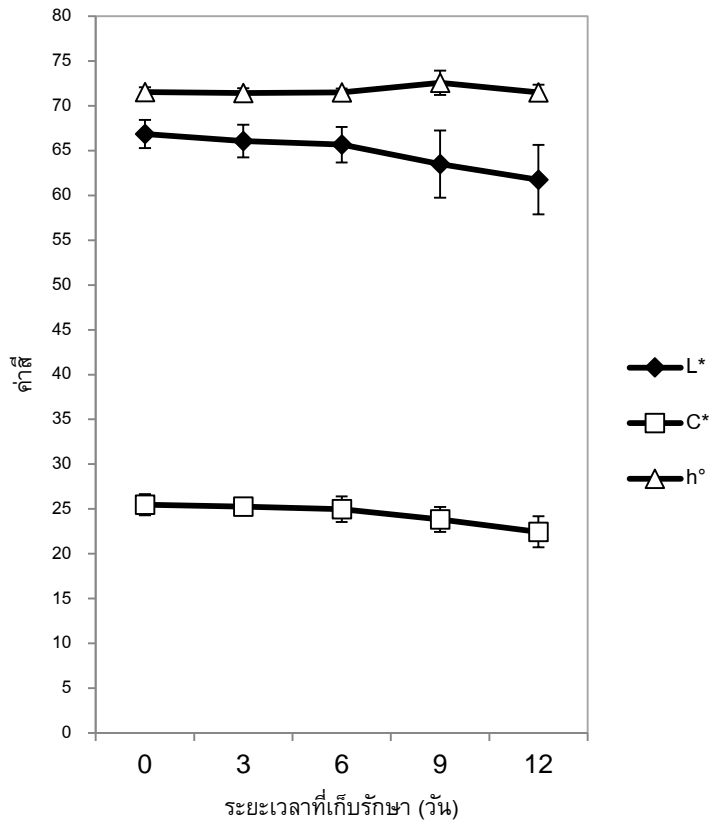
การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, C\* และ h° ของแคโรทีนหั่นชิ้นแสดงในรูปที่ 4.32 ค่าสี L\* C\* และ h° เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 61.02 ± 1.86, 63.32 ± 1.51 และ 56.67 ± 1.09 ตามลำดับ ค่า h° แสดงถึงค่าสีที่แท้จริงของวัตถุ ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 45 องศา แสดงว่าวัตถุอยู่ในกลุ่มสีส้มแดง ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 90 องศา แสดงว่าวัตถุอยู่ในกลุ่มสีเหลือง โดยแคโรทีนหั่นชิ้นมีค่า h° เท่ากับ 56.67 ± 1.09 จึงมีสีที่แท้จริงค่อนข้างสีส้มแดงและมีค่า C\* เข้าใกล้ 60 แสดงว่าความเข้มข้นของสีที่ปรากฏยิ่งมากขึ้นด้วย ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส แคโรทีนหั่นชิ้นมีค่าสี C\* และ h° ลดลงตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา เป็นเวลา 12 วัน ในขณะที่ค่าสี L\* มีค่าค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่าแคโรทีนหั่นชิ้นมีความเข้มของสีส้มแดงน้อยลงสอดคล้องกับลักษณะปรากฏของแคโรทีนแกะสลักหลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชัน (ตารางที่ 4.6)



**รูปที่ 4.32** ค่าสี L\*, C\* และ h° ของแครอทหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

● **แคนตาลูป**

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, C\* และ h° ของแครอทหั่นชิ้นแสดงในรูปที่ 4.33 ค่าสี L\*, C\* และ h° เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ  $66.85 \pm 1.58$ ,  $25.49 \pm 1.18$  และ  $71.51 \pm 0.54$  ตามลำดับ ค่า h° แสดงถึงค่าสีที่แท้จริงของวัตถุโดยค่า h° ( $71.51 \pm 0.54$ ) มีค่าอยู่ระหว่าง 45-90 องศา ซึ่งแสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง แสดงว่าแคนตาลูปหั่นชิ้นมีค่าสีที่อ่านได้อยู่ในช่วงสีส้มอ่อน เพราะมีค่าสี C\* (ความเข้มของสี) น้อย ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียสค่า L\*, C\* และ h° มีค่าลดลง เนื่องจากชิ้นแคนตาลูปมีลักษณะฉ่ำน้ำ สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของแคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น (ตารางที่ 4.8)

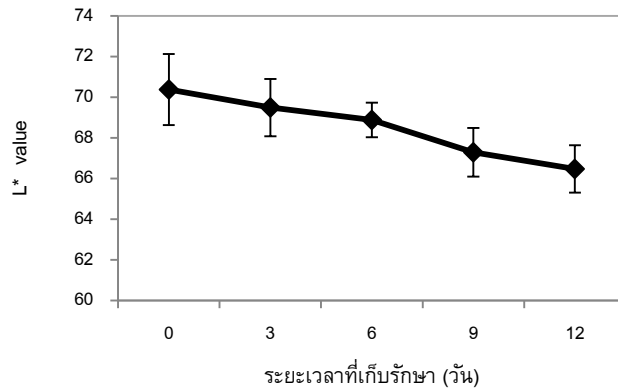


**รูปที่ 4.33** ค่าสี L\*, C\* และ h° ของแคนตาลูปหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

● **หัวไชเท้า**

ค่า L\* ของหัวไชเท้าหั่นชิ้น เมื่อเริ่มต้นมีค่าสูง เนื่องจากมีสีค่อนข้างขาว และมีค่า L\* ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียสจากค่าเริ่มต้น 70.38 ± 1.75 ลดลงเหลือ 66.48 ± 1.17 (รูปที่ 4.34) สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของหัวไชเท้าแก่สลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชัน ที่ปรากฏการเกิดสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.7)

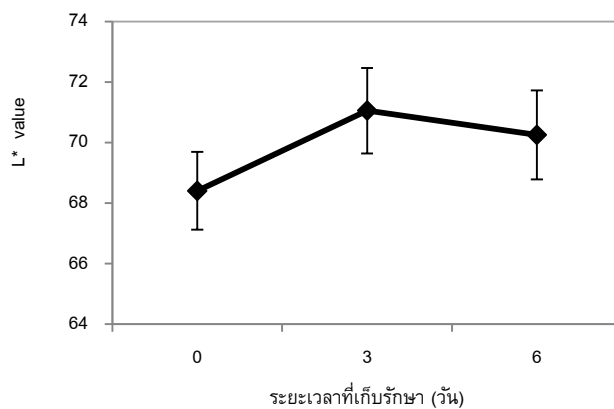




**รูปที่ 4.34** ค่าสี L\* ของหัวไชเท้าหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

- **แตงกวาญี่ปุ่น**

ค่า L\* ของหัวไชเท้าหั่นชิ้นมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา จากวันที่ 0 คือ  $68.40 \pm 1.28$  เป็น  $71.05 \pm 1.41$  (รูปที่ 4.35) และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา เนื่องจากสีของแตงกวาด้านในมีสีขาวขึ้น สังเกตได้จากสีกลีบดอกด้านในของแตงกวาแกะสลักลายดอกบัวสายภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน และมีสีน้ำตาลเกิดขึ้นเล็กน้อยภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน ที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.9)



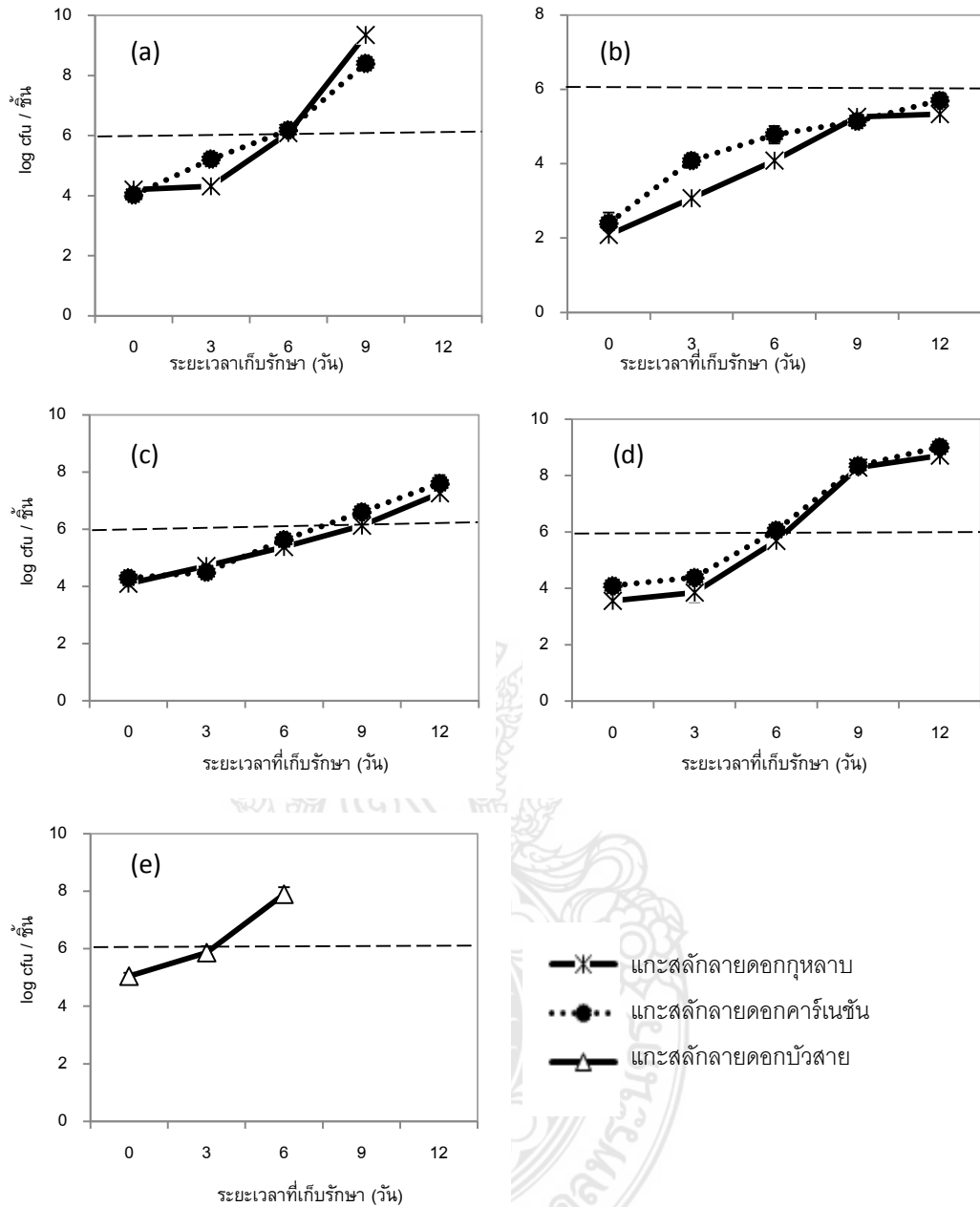
**รูปที่ 4.35** ค่าสี L\* ของแตงกวาญี่ปุ่นหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

### ค. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น แกะสลักลายดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทแสดงในรูปที่ 4.36 จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีจำนวนน้อยกว่าผักและผลไม้ชนิดอื่นๆ คือ  $2.09 \pm 0.28$  และ  $2.40 \pm 0.08 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ตามลำดับ โดยแครอทแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นมากกว่าแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบ อาจเนื่องมาจากแครอทแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นมีลายของกลีบดอกที่ละเอียดกว่าดอกกุหลาบ ทำให้ในขั้นตอนการจุ่มในสารฆ่าเชื้ออาจไม่ทั่วถึง ในขณะที่ผักทอง แครอท และหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมดใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง  $4.00-4.80 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ส่วนแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักดอกบัวสายมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นมากที่สุด คือ  $5.20 \log \text{cfu/ชิ้น}$

ในระหว่างการเก็บรักษาในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ผักและผลไม้สดแกะสลักทุกชนิดมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน หากใช้เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผักและผลไม้สดที่ล้างแล้วของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2536 ซึ่งได้กำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่เกิน 1 ล้าน หรือ  $10^6 \text{cfu/ชิ้น}$  ผักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นจะมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน เนื่องจากมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า  $6 \log \text{cfu/ชิ้น}$  แม้ว่าจะมีลักษณะปรากฏภายนอกที่มีคุณภาพดีอยู่ก็ตามยกเว้นมีสีที่ซีดจางลง อย่างไรก็ตามผักทองแกะสลักลายดอกไม้ทั้งสองชนิดมีจุลินทรีย์เจริญทั่วผิวหน้าภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน (ตารางที่ 4.5) สำหรับแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่า  $6 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน และมีลักษณะปรากฏที่ไม่เน่าเสียจากจุลินทรีย์จนกระทั่งวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.6)

หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า  $6 \log \text{cfu/ชิ้น}$  ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน ที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ประกอบกับปรากฏการเกิดสีน้ำตาลที่ขึ้นหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกไม้ทั้งสองชนิด ดังนั้นจึงถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.7) แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าดอกคาร์เนชั่นคือไม่เกิน 9 วัน ส่วนแคนตาลูปแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน เนื่องจากมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า  $6 \log \text{cfu/ชิ้น}$  แต่ไม่ปรากฏจุลินทรีย์ที่ผิวของแคนตาลูปแกะสลักลายดอกไม้ทั้งสองชนิด (ตารางที่ 4.8) ส่วนแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน ที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เนื่องจากมีจำนวนจุลินทรีย์มากกว่า  $7 \log \text{cfu/ชิ้น}$  และเน่าเสียในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.9)



รูปที่ 4.36











จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักทอง (a) แครอท (b) หัวไชเท้า (c) แคนตาลูป (d) และแตงกวาญี่ปุ่น (e) แกะสลักวางดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

### ง. การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ

- พักทอง

ลักษณะปรากฏของพักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและลายดอกคาร์เนชั่นที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.5% ในวันที่ 0 มีสีเหลืองสด (ตารางที่ 4.5) เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วันที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส พักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและลายดอกคาร์เนชั่นมีสีซีดจางลงเล็กน้อย และเห็นชัดเจนขึ้นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยพักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าพักทองแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นและมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มลง อย่างไรก็ตาม พักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและลายดอกคาร์เนชั่นเกิดการเน่าเสียในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา เนื่องจากมีการเจริญของจุลินทรีย์มากกว่า  $7 \log \text{ cfu/ชิ้น}$  (รูปที่ 4.36a)











**ตารางที่ 4.5** ลักษณะปรากฏของพักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสีติก 80 mg/L เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.5% ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

วันที่เก็บรักษา	ดอกกุหลาบ	ดอกคาร์เนชั่น
0		
3		
6		
9		
12		

● แครอท

ลักษณะปรากฏของแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซี้ติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25% ในวันที่ 0 มีสีส้มสด (ตารางที่ 4.6) ภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วันที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบมีสีซีดลงและอมเหลืองเล็กน้อย สอดคล้องกับค่าสี C\* และ h° ที่มีค่าลดลง (รูปที่ 4.32) ในขณะที่แครอทแกะสลักดอกคาร์เนชั่นมีสีซีดขาว และภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6-12 วัน ลักษณะปรากฏของแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีสีซีดจางลงเพียงเล็กน้อยและไม่แตกต่างจากวันที่ 3 และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่อ่อนนุ่ม

**ตารางที่ 4.6** ลักษณะปรากฏของแครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซี้ติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25% ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท











วันที่เก็บรักษา	ดอกกุหลาบ	ดอกคาร์เนชั่น
0		
3		
6		
9		
12		



• หัวไชเท้า

ลักษณะปรากฏของหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาทีในวันที่ 0 มีสีขาว ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วันที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นปรากฏสีน้ำตาลเล็กน้อย และเห็นชัดเจนขึ้นภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน (ตารางที่ 4.7) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี L\* ที่มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (รูปที่ 4.34)











ตารางที่ 4.7 ลักษณะปรากฏของหัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาที ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

วันที่เก็บรักษา	ดอกกุหลาบ	ดอกคาร์เนชั่น
0		
3		
6		
9		
12		

● **แคนตาลูป**

แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25% ในวันที่ 0 มีสีส้มอ่อน แต่แคนตาลูปที่แกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นมีลักษณะน้ำน้ำ อาจเนื่องมาจากกลดลายในการแกะสลักที่ละเอียด จึงทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดการซ้ได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 5 ±1 องศาเซลเซียส แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบก็เกิดลักษณะน้ำน้ำเช่นเดียวกับแคนตาลูปแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่น และในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6-12 วัน แคนตาลูปแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่นเกิดอาการเหี่ยวของกลีบดอก ในขณะที่แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบมีลักษณะปรากฏที่ดีตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ยกเว้นอาการน้ำน้ำ (ตารางที่ 4.8)





**ตารางที่ 4.8** ลักษณะปรากฏของแคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่นที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25% ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วันในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

วันที่เก็บรักษา	ดอกกุหลาบ	ดอกคาร์เนชั่น
0		
3		
6		
9		
12		

• **แตงกวาญี่ปุ่น**

แตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายที่จุ่มในน้ำกลั่นในวันที่ 0 แสดงในตารางที่ 4.9 ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน แตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายมีสีของกลีบดอกด้านในขาวขุ่นขึ้น สอดคล้องกับค่าสี L\* ที่มีค่าเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.35) ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วันกลีบดอกด้านในของแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายมีสีคล้ำลงเล็กน้อย สังเกตได้จากค่าสี L\* ที่มีค่าลดลง (รูปที่ 4.35) และภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน แตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายเกิดการเน่าเสีย จึงถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

**ตารางที่ 4.9** ลักษณะปรากฏของแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายที่จุ่มในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 นาที ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

วันที่เก็บรักษา	ดอกบัวสาย
0	
3	
6	
9	

สรุป จากผลการทดลองนี้ผักและผลไม้สดแกะสลักแต่ละชนิดมีอายุการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ดังนี้

- ฟักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน
- แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน
- หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชั่น มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 9 วัน
- แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่น มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 9 และ 6 วัน ตามลำดับ
- แต่งกวางญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสาย มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน



## บทที่ 5

### อภิปรายผลการทดลอง

#### การทดลองที่ 1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีที่เป็นสารฆ่าเชื้อ (sanitizer) ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักและผลไม้สดแกะสลัก

การใช้กรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ในผักและผลไม้สดแกะสลัก 5 ชนิด ได้แก่ พักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ทั้งสองระดับความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตรสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Narciso and Plotto (2005) ที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ระหว่างสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกมีประสิทธิภาพดีกว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ และผลการศึกษาการจุ่มผลแอปเปิลเป็นเวลา 5 นาที พบว่า สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพดีกว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (Kim *et al.*, 2006) และ Martinez-Sanchez และคณะ (2006) ได้รายงานว่สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสารฆ่าเชื้อที่สามารถนำมาใช้ทดแทนสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับใบรีอกเก็ตสลัดได้โดยประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ของกรดเพอร์ออกซีแอซีติกเป็นผลมาจากออกซิเจนในรูปของเพอร์ออกไซด์ที่มีความว่องไวสูงที่อยู่ภายในโมเลกุลของกรดแอซีติกจะไปออกซิไดส์ที่บริเวณหมู่ซัลฟ์ไฮดริลและหมู่แอมิโนของโปรตีนในผนังเซลล์ และเยื่อเซลล์ของจุลินทรีย์หรือสารพันธุกรรมของจุลินทรีย์รวมทั้งไปยับยั้งการขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ (Kitis, 2004) ส่วนสาเหตุที่เป็นข้อจำกัดของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ได้น้อย อาจเนื่องมาจากการสูญเสียประสิทธิภาพจากของเหลวจากเซลล์ผักและผลไม้ที่ออกมาจากบาดแผลในระหว่างการแกะสลักทำให้ค่าพีเอชของสารฆ่าเชื้อเปลี่ยนไป ส่งผลให้คลอรีนที่มีประสิทธิภาพทำลายจุลินทรีย์คือ กรดไฮโปคลอรัสที่ไม่แตกตัวเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่มีประสิทธิภาพต่ำ (Zagory, 1999) ในขณะที่กรดเพอร์ออกซีแอซีติกสารอินทรีย์ในน้ำไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและไม่เกิดผลกระทบเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และค่าพีเอชที่อยู่ในช่วง 1-8 และเมื่อสลายตัวจะได้กรดแอซีติก น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน จึงไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Olmez and Kretschmar, 2008 ; Artes *et al.*, 2009)



## การทดลองที่ 2 ผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเพิ่มความแน่นเนื้อ (firming agent) ที่เหมาะสมเพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สดแกะสลัก

การใช้สารเพิ่มความแน่นเนื้อจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียม-แล็กเตต และแคลเซียมโพรพิโอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 0.5–2.0% เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สดแกะสลัก 5 ชนิด คือ พักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น เกลือแคลเซียมแต่ละชนิดให้ผลดีที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันในผักและผลไม้สดแต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น มีรายงานถึงการใช้เกลือแคลเซียมในผักและผลไม้หั่นชิ้นพร้อมบริโภคที่แตกต่างกัน Rico และคณะ (2007) ได้รายงานถึงประสิทธิภาพของแคลเซียมแล็กเตตในการช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อในแครอทหั่นชิ้น โดยการใช้แคลเซียมแล็กเตตร่วมกับความร้อนจะช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์เพกทินเมทิลเอสเทอเรส

สำหรับแคนตาลูปมีรายงานที่แตกต่างกันสำหรับการใช้เกลือแคลเซียมเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสเช่น การใช้เกลือแคลเซียมคลอไรด์ 1, 1.25 และ 1.5% เป็นเวลา 1, 1.25 และ 5 นาที ในการช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสแคนตาลูปหั่นชิ้นว่าดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Luna-Guzman *et al.*, 1999) และ การใช้เกลือแคลเซียมคลอไรด์ 1 และ 1.25% ทำให้แคนตาลูปมีรสขมมากกว่าการใช้เกลือแคลเซียมแล็กเตตที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน (Luna-Guzman *et al.*, 2000) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 0.46% แคลเซียมแล็กเตต 1.42% แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และแคลเซียมโพรพิโอเนต 0.9% ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสเมลอนพันธุ์ Amarillo พบว่าภายหลังเก็บรักษา 8 วัน เมลอนในชุดทดลองดังกล่าวมีความแน่นเนื้อลดลง 18.4, 7.7, 3.2 และ 1.3% เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีความแน่นเนื้อลดลง 26%

## การทดลองที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักผักและผลไม้สด

บาดแผลที่เกิดขึ้นในระหว่างการแกะสลัก ได้แก่ ขั้นตอนการปอกเปลือก การตัดหรือหั่นชิ้น การเจียนให้มีรูปร่างเหมาะสม และการแกะสลัก ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของเมแทบอลิซึม เช่น การกระตุ้นอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอายุการเก็บรักษา เนื้อเยื่อพืชที่มีอัตราการหายใจสูงจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่นำไปสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งทางชีวเคมี เคมี และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผักและผลไม้ (Toivonen and Brummell, 2008)



เนื่องจากยังไม่เคยมีผลงานวิจัยในผักและผลไม้แกะสลักมาก่อน และงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเรื่องแรก ซึ่งเป็นผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ เคมี และสรีรวิทยา ในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักผักและผลไม้สด 5 ชนิด คือ พักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่นเป็นลายดอกไม้ (ดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชัน และดอกบัวสาย) และลายใบไม้ ซึ่งพบว่าการแกะสลักเป็นลวดลายแตกต่างกัน ส่งผลกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนได้แตกต่างกัน สัมพันธ์กับความรุนแรงของบาดแผลที่เกิดจากการแกะสลัก ซึ่งสอดคล้องกับการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ที่ออกมาจากเซลล์ที่ถูกทำลาย ซึ่งเป็นสัญญาณที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมสภาพของผักและผลไม้สดแกะสลัก การแกะสลักเป็นลายดอกไม้ (ดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชัน และดอกบัวสาย) และลายใบไม้กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรอยแผลที่เกิดจากการแกะสลักและชนิดของผักและผลไม้ตามธรรมชาติ

การแกะสลักพักทองเป็นลายดอกกุหลาบทำให้มีอัตราการหายใจสูงกว่าลายดอกคาร์เนชัน แสดงว่าเนื้อเยื่อของพักทองที่แกะสลักลายดอกกุหลาบถูกทำลายมากกว่าเนื้อเยื่อของพักทองที่แกะสลักเป็นลายดอกคาร์เนชัน แสดงว่าแกะสลักลายดอกกุหลาบซึ่งมีกลีบดอกเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ มีการทำลายเนื้อเยื่อมากกว่าเนื้อเยื่อของพักทองที่แกะสลักเป็นลายดอกคาร์เนชันและการแกะสลักเป็นลายดอกกุหลาบ ทำให้มีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศมากกว่า จึงทำให้ออกซิเจนสามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ได้มากกว่าด้วย (Zagory, 1999) ผลการทดลองที่ได้เป็นไปในทางเดียวกับ Baskaran *et al.* (2001) ที่รายงานว่าการหั่นพักทองในระยะสุกเต็มที่ เป็นชิ้นขนาด  $1\frac{1}{4}$  นิ้ว ทำให้มีอัตราการหายใจสูงถึง  $155.8 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

ในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักแครอทมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนต่ำที่สุด รองลงมาคือ หัวไชเท้า อย่างไรก็ตามอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของแครอทและหัวไชเท้ามีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างขั้นตอนการแกะสลัก Izumi *et al.* (1996) ได้ศึกษารูปแบบของการหั่นชิ้นแครอทต่ออัตราการหายใจ โดยการหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ (กว้าง 4 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร และหนา 2 มิลลิเมตร) มีอัตราการหายใจสูงที่สุด รองลงมาคือ แครอทแท่ง (กว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร และหนา 4 มิลลิเมตร) และแครอทสไลด์ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 20-40 มิลลิเมตร และหนา 5 มิลลิเมตร) เช่นเดียวกับหัวไชเท้าหั่นชิ้นหนา 2 มิลลิเมตร มีอัตราการหายใจสูงกว่าหัวไชเท้าสไลด์หนา 2 มิลลิเมตร (Aguila *et al.*, 2006)

เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของผักและผลไม้สดแกะสลักทุกชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างขั้นตอนการแกะสลักลายดอกไม้และลายใบไม้ เป็นไปในทิศทางเดียวกับอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น การวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สามารถบ่งบอกถึงระดับของการเกิดบาดแผลทางอ้อมของผักและผลไม้สดแกะสลักได้

#### การทดลองที่ 4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักเพื่อใช้ตกแต่งจานอาหารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5 \pm 1/25 \pm 1$ องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักเพื่อใช้ตกแต่งจานอาหาร โดยทดลองเลียนแบบการนำไปใช้งานจริง คือนำผักและผลไม้สดแกะสลักที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อที่ให้ผลดีที่สุด จากการทดลองร่วมกับการใช้สารฆ่าเชื้อที่ให้ผลดีที่สุดคือ สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร และใช้สารเคลือบผิวไคโทซาน ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ซึ่งช่วยเคลือบผิวลดการสูญเสียน้ำและช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ได้ เมื่อนำไปบรรจุในกล่องพลาสติกสีที่มีฝาปิดสนิท (clamshell) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียสและนำตัวอย่างออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิ  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 3 ชั่วโมงทุกวัน เลียนแบบการนำออกมาใช้งานจริงในการวางประดับจานอาหาร จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลัก โดยพิจารณาจากลักษณะปรากฏภายนอกที่ไม่สามารถนำไปใช้ประดับจานอาหารได้อีกต่อไป พบว่าการใช้สารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% ร่วมกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร ให้ผลดีกับผักและผลไม้สดแกะสลักที่มีสี เช่น พักทอง แครอท และแคนตาลูป โดยสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนสีหรือการซีดจางของสีได้ดีกว่าการใช้สารปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับการรายงานของ Hernandez-Munoz และคณะ 2008 ที่พบว่าการใช้แคลเซียมกลูโคเนตร่วมกับไคโทซาน 1% ทำให้ความแน่นเนื้อของสตอเบอรี่เพิ่มขึ้น และมีลักษณะปรากฏดีกว่าชุดควบคุมไคโทซานเป็นโพลิเมอร์ชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติและสามารถรับประทานได้ จึงถูกนำมาใช้กับผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคหลายชนิด วัตถุประสงค์ของการใช้ไคโทซานเป็นสารเคลือบผิวคือ ควบคุมการถ่ายเทความชื้น ควบคุมการระเหย การแลกเปลี่ยนแก๊ส การหายใจ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และลดการเกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยา (Rojas-Grau *et al.*, 2009) เช่น มีรายงานการนำไคโทซานมาเคลือบผิวสตอเบอรี่หั่นชิ้น (Campaniello *et al.*, 2008) แครอทหั่นชิ้น (Simões *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2009) มะละกอหั่นชิ้น (González-Aguilar, 2009) แอปเปิ้ลสไลด์ (Qi *et al.*, 2011) และสาลี่หั่นชิ้น (Xiao *et al.*, 2010)

ในขณะที่ผักที่มีสีขาว ได้แก่ หัวไชเท้าและเนื้อด้านในของแตงกวาญี่ปุ่น การแช่ในน้ำกลั่นให้ผลดีที่สุด เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏและการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และการสูญเสียน้ำโดยพิจารณาจากการแห้งเหี่ยวของหัวไชเท้าและแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักในระหว่างการเก็บรักษา รองลงมาคือ การแช่ในสารละลายแคลเซียมโพธิโอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสามารถรักษาสีโดยไม่ทำให้เกิดสีน้ำตาลได้ดี เช่นเดียวกับการแช่ในน้ำกลั่น อย่างไรก็ตาม การแช่ในสารละลายนี้ทำให้มีการแห้งของหัวไชเท้าและแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนการใช้ไคโทซานทั้งสองระดับ

ความเข้มข้นทำให้หัวไชเท้าและแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักมีสีคล้ำลง ดังนั้นการเคลือบผิวหัวไชเท้าและแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักด้วยไคโทซานจึงอาจไม่เหมาะสม ควรทดลองหาสารเคลือบผิวชนิดอื่น

### การทดลองที่ 5 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่อุณหภูมิ $5 \pm 1$ องศาเซลเซียสในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท

อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส ที่บรรจุในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิท หากใช้เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผักและผลไม้สดที่ล้างแล้วของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2536 ซึ่งได้กำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่เกิน 1 ล้าน หรือ  $10^6$  cfu/ชิ้น พบว่า พักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นที่เคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.5% ร่วมกับการจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน เนื่องจากมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า  $6 \log$  cfu/ชิ้น โดยมีอายุการเก็บรักษาใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ 3 ที่พิจารณาจากลักษณะปรากฏแล้วจะมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 7 วัน นอกจากนี้การเคลือบผิวด้วยไคโทซานสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้โดยพักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 1.84% และ 1.46% ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน

แครอทแกะสลักดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นที่เคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.5% ร่วมกับการจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนจุลินทรีย์ไม่เกิน  $10^6$  cfu/ชิ้น ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏด้านสีแล้ว แครอทแกะสลักดอกกุหลาบมีคุณภาพดีกว่าแครอทแกะสลักดอกคาร์เนชั่นซึ่งจะมีสีซีดจางอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้น แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้วางประดับบนจานอาหารและสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าแครอทแกะสลักลายดอกคาร์เนชั่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากกลีบดอกคาร์เนชั่นมีความละเอียด อาจซอกซ้าได้ง่ายกว่าการแกะสลักลายดอกกุหลาบ

หัวไชเท้าแกะสลักดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นที่จุ่มในน้ำกลั่น ปรากฏสีน้ำตาลเล็กน้อยภายหลังการเก็บรักษาเพียง 3 วัน ซึ่งได้ผลแตกต่างจากการทดลองที่ 3 ซึ่งจะปรากฏสีน้ำตาลในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้การจุ่มในน้ำกลั่นทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นที่สูง ดังนั้น ในการนำหัวไชเท้าแกะสลักดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นไปประดับตกแต่งจานอาหารจึงควรใช้ทรีตเมนต์ที่ตรงลงมาคือ การจุ่มในสารละลายแคลเซียมโพฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร

สำหรับแคนตาลูปแกะสลักดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชั่นที่เคลือบผิวด้วยไคโทซาน 0.25% ร่วมกับการจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 9 และ 6 วัน ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีอายุการเก็บรักษานานกว่าการทดลองที่ 3 ดังนั้น ในนำแคนตาลูปแกะสลักมาประดับตกแต่งจานอาหารไม่สามารถนำมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เนื่องจากการจุ่มจะทำให้เนื้อแคนตาลูปน้ำน้ำและเน่าเสีย แต่สามารถเก็บรักษาแคนตาลูปแกะสลักได้เป็นระยะเวลา 6-9 วัน ก่อนที่จะนำมาตกแต่งจานอาหาร

แตงกวาญี่ปุ่นที่จุ่มในน้ำกลั่นให้ผลเช่นเดียวกับหัวไชเท้า โดยมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นที่สูง จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นไม่เกิน 6 วัน ดังนั้น ในการนำแตงกวาญี่ปุ่นแกะสลักดอกบัวสายไปประดับตกแต่งจานอาหารจึงควรใช้ทรีตเมนต์ที่ีตรงลงมาคือ การจุ่มในสารละลายแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอสติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจะสามารถนำมาใช้ได้หลายครั้งและช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้มากกว่าการจุ่มในน้ำกลั่น



## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลอง

1. สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกความเข้มข้น 60 และ 80 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มีประสิทธิภาพดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ผิวของผักและผลไม้สดแกะสลักทั้ง 5 ชนิด คือ พักทอง แครอท หัวไชเท้า แคนตาลูป และแตงกวาญี่ปุ่น

2. ผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเพิ่มความแน่นเนื้อ เพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้สดแกะสลักทั้ง 5 ชนิด โดยใช้สารเพิ่มความแน่นเนื้อจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแล็กเทต และแคลเซียมโพรพิโอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 0.5–2% โดยแช่ตัวอย่างผักและผลไม้สดหั่นชิ้นเป็นเวลา 2 นาที แล้วนำมาวัดค่าแรงกดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสมีหน่วยเป็นนิวตัน

- สารเพิ่มความแน่นเนื้อที่ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของชิ้นพักทองคือการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% หรือสารละลายแคลเซียมแล็กเทต 2% หรือแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 2% โดยทำให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 33.54 - 47.01%

- สารเพิ่มความแน่นเนื้อที่ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของแครอทคือสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5% หรือแคลเซียมแล็กเทต 1.5% หรือแคลเซียมโพรพิโอเนต 2% โดยทำให้แครอทมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 32-51%

- สารเพิ่มความแน่นเนื้อที่ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของหัวไชเท้าคือสารละลายแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 2% หรือแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.5% หรือแคลเซียมแล็กเทตความเข้มข้น 1% โดยทำให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 34.7-38.7%

- สารเพิ่มความแน่นเนื้อที่ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของแคนตาลูปคือการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% หรือสารละลายแคลเซียมแล็กเทต 1% หรือสารละลายแคลเซียมโพรพิโอเนต 0.5% โดยทำให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น 30.6–44.3%

- สารเพิ่มความแน่นเนื้อที่ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของแตงกวาญี่ปุ่นทั้ง 3 ชนิด ทุกความเข้มข้นที่ทดลอง มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเพียง 3.44–5.46% และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- สารเพิ่มความแน่นเนื้อที่ให้ผลดีที่สุดแก่ผักและผลไม้สดแกะสลัก ได้แก่ สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% หรือแคลเซียมแล็กเทต 1.5% หรือแคลเซียมโพรพิโอเนต 2%



3. การแกะสลักผักและผลไม้สดเป็นลวดลายต่างๆ กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในผักและผลไม้ที่ได้ศึกษาทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ อัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีนและการร่วงไหลของสารอเล็กโทรไลต์ ซึ่งเป็นสัญญาณบ่งชี้ว่าการแกะสลักทำให้เมแทบอลิซึมของผักและผลไม้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผักและผลไม้สดแกะสลักมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง และการแกะสลักลายดอกไม้ (ดอกกุหลาบ ดอกคาร์เนชั่น และดอกบัวสาย) และลายใบไม้ กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรอยแผลที่เกิดจากการแกะสลักและชนิดของผักและผลไม้

4. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักเพื่อใช้ตกแต่งจานอาหาร โดยทดลองเลียนแบบการนำไปใช้งานจริง คือนำผักและผลไม้สดแกะสลักที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อที่ให้ผลดีที่สุดร่วมกับการใช้สารฆ่าเชื้อที่ให้ผลดีที่สุดคือ สารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร และใช้สารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% แล้วนำไปบรรจุในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิท (clamshell) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิ  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 3 ชั่วโมงทุกวัน เลียนแบบการนำออกมาใช้งานจริงในการวางประดับจานอาหาร จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลัก โดยพิจารณาจากลักษณะปรากฏภายนอกที่ไม่สามารถนำไปใช้ประดับจานอาหารได้อีกต่อไป

ก. สารละลายที่ดีที่สุดที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักของที่แกะสลักลายดอกกุหลาบ คือ สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.5%

ข. สารละลายที่เหมาะสมสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาแครอทที่แกะสลักลายดอกกุหลาบ คือ สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25%

ค. สารละลายที่ดีที่สุดที่สามารถยืดอายุและชะลอการเปลี่ยนสีของหัวไชเท้าที่แกะสลักลายดอกกุหลาบ คือ การแช่ในน้ำกลั่นและในสารละลายเกลือแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร

ง. สารละลายที่ดีที่สุดที่สามารถยืดอายุและชะลอการเปลี่ยนสีของแคนตาลูปที่แกะสลักลายดอกกุหลาบได้ดีที่สุดคือสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% ร่วมกับสารเคลือบผิวโคโทซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.5%

จ. สารละลายที่ดีที่สุดที่รักษาความสดและสีกลีบดอกด้านในของแตงกวาญี่ปุ่นที่แกะสลักลายดอกบัวสายให้คงสีขาว คือ น้ำกลั่น และสารละลายเกลือแคลเซียมโพรฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิดิก 80 มิลลิกรัม/ลิตร

5. อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดแกะสลักที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อและ/หรือสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ร่วมกับการใช้สารฆ่าเชื้อที่ให้ผลดีที่สุดแล้ว

นำไปบรรจุในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิท (clamshell) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส จนสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาโดยพิจารณาจากการสูญเสียน้ำหนัก ลักษณะปรากฏสีและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ก. พักทองแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชันจุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 mg/L เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยโคโทซาน 0.5% มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 6 วัน

ข. แครอทแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชันที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 mg/L เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยโคโทซาน 0.25% มีอายุการเก็บรักษาได้ 12 วัน

ค. หัวไชเท้าแกะสลักลายดอกกุหลาบและคาร์เนชันที่จุ่มในน้ำกลั่นมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 9 วัน

ง. แคนตาลูปแกะสลักลายดอกกุหลาบและดอกคาร์เนชันที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 mg/L เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% เป็นเวลา 2 นาที และเคลือบผิวด้วยโคโทซาน 0.25% มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 9 และ 6 วัน ตามลำดับ โดยแคนตาลูปที่แกะสลักลายดอกไม้ทั้งสองชนิดมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าการนำมาแช่ซ้ในสารละลาย ซึ่งทำให้เกิดการเน่าเสียเนื่องจากการจมน้ำ

จ. แต่งกวาญี่ปุ่นแกะสลักลายดอกบัวสายที่จุ่มในน้ำกลั่นมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 6 วัน

ฉ. หัวไชเท้าและแต่งกวาญี่ปุ่นที่จุ่มในน้ำกลั่นมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นสูง จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้น เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นจึงควรเลือกใช้หัวรีตเมนต์ที่ดีรองลงมา คือ สารละลายแคลเซียมโพฟิไอเนต 2% ร่วมกับสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซีติก 80 มิลลิกรัม/ลิตร

6. การพัฒนาวิธีการแกะสลักที่ประณีต การลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ภายหลังการแกะสลักเรียบร้อยแล้วอย่างรวดเร็ว จะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผักและผลไม้สดแกะสลักได้ ส่งผลให้ช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นด้วย

## ผลผลิต

### 1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในระดับนานาชาติ

Suwannarak, J., P. Phanumong and N. Rattanapanone. 2014. **Improvement of Quality and Extension of Storage Life of Carved Fruits and Vegetables.** *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences.*

### 2. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์, นิธิยา รัตนานพนธ์ และพุดกรอง พันธุ์อุโมงค์. 2556. ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อกรดเพอร์ออกซีแอซิดิกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ผิวของผักและผลไม้สดแกะสลัก. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เดือนกันยายน 2557.

### 3. การประชุมนำเสนอผลงานวิชาการในระดับชาติ

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์, พุดกรอง พันธุ์อุโมงค์ และนิธิยา รัตนานพนธ์. 2556. การตอบสนองทางสรีรวิทยาในผักและผลไม้สดแกะสลัก (ภาคนิทัศน์). การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 11. โรงแรมโนโวเทล หัวหิน ชะอำ บีช รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดเพชรบุรี. 22-23 สิงหาคม 2556.

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์, นิธิยา รัตนานพนธ์ และพุดกรอง พันธุ์อุโมงค์. 2556. การปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก (ภาคนิทรรศการ). มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2556 (Thailand Research Expo 2013) ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ. 23-27 สิงหาคม 2556.

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์, นิธิยา รัตนานพนธ์ และพุดกรอง พันธุ์อุโมงค์. 2556. การปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก (ภาคบรรยาย). การประชุมใหญ่โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา ครั้งที่ 2 โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพฯ. 22-24 มกราคม 2557.

## บรรณานุกรม

- Aguila, J.S., F. F. Sasaki, L. S. Heiffig, E. M. M. Ortega, A. P. Jacomino and R. A. Kluge. 2006. **Fresh-cut radish using different cut types and storage temperatures.** *Postharvest Biology and Technology.* 40: 149–154.
- Artes, F., P. Gomez, E. Aguayo, V. Escalona and F. Artes-Hernandez. 2009. **Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities.** *Post harvest Biology and Technology.* 51: 287-296.
- BAM ( 2001) **Bacteriological Analytical Manual [BAM].** U.S. Food and Drug Administration.
- Barnett Technical Services. 2013. **Hunterlab.** [online]. Available <http://barnett-technical.com/HunterLab.html> [2013, August 27]
- Baskaran, R., R. Prasad, K. M. Shivaiah and T. Habibunnisa. 2001. **Storage behaviour of minimally processed pumpkin (*Cucurbita maxima*) under modified atmosphere packaging conditions.** *European Food Research and Technology.* 212:165-169.
- Brecht, J.K., 1995. **Physiology of lightly processed fruits and vegetables.** *HortScience.* 30: 18-22.
- Campaniello, D., A. Bevilacqua, M. Sinigaglia, and M.R. Corbo. 2008. **Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries.** *Food Microbiology.* 25(8): 992-1000.
- Fan, X. and K. J. B. Sokorai. 2005. **Assessment of radiation sensitivity of fresh-cut vegetable using electrolyte leakage measurement.** *Postharvest Biology and Technology.* 36: 191–197.
- González-Aguilar, G.A., E. Valenzuela-Soto, J. Lizardi-Mendoza, F. Goycoolea, M.A. Martínez-Téllez, M.A. Villegas-Ochoa, I.N. Monroy-García, and J.F. Ayala-Zavala. 2009. **Effect of chitosan coating in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut papaya 'Maradol'.** *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 89(1):15-23.

- Grant, G.T., E.R. Morris, D.A. Rees, P.J.C. Smith and D. Thom. 1973. **Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model.** *FEBS Letters* 32: 195–198.
- Hernandez-Munoz, P., E. Almenar, V.D. Valle, D. Velez and R. Gavara. 2008. **Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage.** *Food Chemistry*. 110: 428-435.
- Hong, H. J., and K. C. Gross. 1998. **Surface sterilization of whole tomato fruit with sodium hypochlorite influences subsequent postharvest behavior of fresh-cut slices.** *Postharvest Biology and Technology*. 13: 51-58.
- Izumi, H., A. E. Watada, N. P. Ko and W. Douglas. 1996. **Controlled atmosphere storage of carrot slices, sticks and shreds.** *Postharvest Biology and Technology*. 9: 165-172.
- Kim, H., J. Ryu and L.R. Beuchat. 2006. **Survival of *Enterobacter sakazakii* on fresh produce as affected by temperature, and effectiveness of sanitizers for its elimination.** *International Journal of Food Microbiology*. 111: 134-143.
- Luna-Guzman, I., M. Cantwell and D.M. Barrett. 1999. **Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity.** *Post harvest Biology and Technology*. 17: 201-213.
- Luna-Guzman, I. and D.M. Barrett. 2000. **Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes.** *Post harvest Biology and Technology*. 19:61-72.
- Martinez-Sanchez, A., A. Allende, R.N. Bennett, F. Ferreres and M.I. Gil. 2006. **Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers.** *Post harvest Biology and Technology*. 42: 86-97.
- Narciso, J. and A. Plotto. 2005. **A comparison of sanitation system for fresh-cut mango.** *Hort Technology*. 15(4): 837-842.
- Olmez, H. and U. Kretschmar. 2008. **Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact.** *LWT-Food Science and Technology*. 42: 686-693.



- Qi, H., Hu, W. Jiang, A. Tian, M. and Y. Li. 2011. **Extending shelf-life of fresh-cut 'Fuji' apples with chitosan-coatings.** *Innovative Food Science & Emerging Technologies.* 12(1): 62-66.
- Rico, D., A.B. Martin-Diana, J.M. Frias, J.M. Barat, G.T.M. Henehan and C. Barry-Ryan. 2007. **Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock treatments for stored ready-to-eat carrots.** *Journal of Food Engineering.* 79:1196-1206.
- Rojas-Graü, M.A., R. Soliva-Fortuny and O. Martín-Belloso. 2009. **Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review.** *Trends in Food Science & Technology.* 20 (10): 438-447.
- Saftner, R. A., J.Bai, J. A. Abbott and Y. S. Lee.2003. **Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or calcium amino acidchelates maintain quality and shelf stability of fresh-cut honey dew chunks.** *Post harvest Biology and Technology.* 29: 257-269.
- Seymour, G.B. and K.C. Gross.1996. **Cell wall disassembly and fruit softening.** *Post harvest News and Information.* 7:45N–52N.
- Simões, A.D.N., J.A.Tudela, A.Allende, R. Puschmann and M.I. Gil. 2009. **Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks.** *Post harvest Biology and Technology.* 51(3): 364-370.
- Soliva-Fortuny, R.C. and O. Martin-Belloso. 2003. **New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruit: a review.** *Trends in Food Science & Technology.* 14: 341-353.
- Toivonen, P.M.A. and D.A. Brummell. 2008. **Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables.** *Post harvest Biology and Technology.* 48: 1–14.
- Vargas, M., A. Chiralt, A. Alborsand C. González-Martínez.2009. **Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of fresh-cut carrot.** *Post harvest Biology and Technology.* 51(2): 263-271.

- Xiao, C., L.Zhu,W. Luo, X. Song and Y. Deng. 2010. **Combined action of pure oxygen pretreatment and chitosan coating incorporated with rosemary extracts on the quality of fresh-cut pears.** *Food Chemistry*. 121(4):1003-1009.
- Zagory, D. 1999. **Sanitation concerns in the fresh-cut fruit and vegetable industry.** *Food Processors Sanitation Workshop*. University of California, Davis.
- กรมศิลปากร. 2508. **หางนพมาศหรือตำรับทำวศรีจุฬาลักษณ์.** ภัคดีประดิษฐ์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 59-60.
- จอมขวัญ สุวรรณรักษ์. 2547. **การแกะสลักผักผลไม้และงานใบตอง.** สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.
- นธิยา รัตนานนท์. 2553. **เคมีอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.
- กรดโพธิโชนิกและเกลือโพธิโชน.** (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก [library.dip.go.th/multim6/edoc/16730.pdf](http://library.dip.go.th/multim6/edoc/16730.pdf) (30 สิงหาคม 2554)
- โคโทซาน.** (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3706/%E0%B9%84%E0%B8%84%E0%B9%82%E0%B8%95%E0%B8%8B%E0%B8%B2%E0%B8%99> (30 สิงหาคม 2554)
- การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สด.** (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?aID=14> (30 สิงหาคม 2554)
- ผักและผลไม้ตัดแต่ง.** (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก [http://www.tistr-foodprocess.net/download/article/fresh\\_cut\\_th.htm](http://www.tistr-foodprocess.net/download/article/fresh_cut_th.htm) (30 สิงหาคม 2554)

## ภาคผนวก

โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก  
(Improvement of Quality and Extension Storage Life of Carved Fruits and Vegetables)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ และ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นัยยา รัตนานนท์



## ประวัตินักวิจัยและคณะ

### หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางจอมขวัญ สุวรรณรักษ์  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. JOMKHWUN SUWANNARAK
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 2103 00157 24 2
- ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
- หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail  
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300  
โทรศัพท์ 0 2281 9756-8 โทรสาร 0 2281 9759  
E-mail : jomkhwun.s@rmutp.ac.th
- ประวัติการศึกษา

  - M. M. (Master in Management) TUP-RIT
  - คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)  
สาขาสังคมวิทยา กลุ่มวิชา ภูมิปัญญาท้องถิ่น
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ  
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

  - หัวหน้าโครงการวิจัย :

    - โครงการวิจัย เรื่อง ยุทธศาสตร์การสร้างผู้ประกอบการอาหารไทยในประเทศญี่ปุ่น  
งบประมาณแผ่นดิน 2550-2551
    - โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสับสำหรับใช้ในงานแกะสลักแทนผักและผลไม้ เพื่อ  
สร้างมูลค่าเพิ่มให้งานหัตถกรรมไทย งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2555
  - ผู้ร่วมวิจัย

    - โครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ชุมชนในจังหวัดนนทบุรี  
ปี พ.ศ. 2549 งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2547-2549
    - โครงการวิจัย เรื่อง ความต้องการศึกษาต่อและคุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษา  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช งบประมาณปี พ.ศ. 2549

- โครงการวิจัยเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานอาหารไทยเพื่อการอนุรักษ์และต่อยอดธุรกิจอาหาร งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2552
- โครงการวิจัย เรื่อง การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แกะสลักเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2552
- โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดชั้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2553

งานวิจัยที่กำลังทำ :

-





## ผู้ร่วมวิจัย

- ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางนธิยา รัตนานนท์  
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. NITHIYA RATTANAPANONE
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 35099 00390 51 2
- ตำแหน่งปัจจุบัน ศาสตราจารย์เกียรติคุณ
- หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail  
144/11 หมู่บ้านศักดิ์ชัยนิเวศน์ ถนนสนามกีฬา 700 ปี ตำบลช้างเผือก  
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์บ้าน (053) 215415  
โทรศัพท์ 08-96320496  
E-mail : agfsi001@gmail.com
- ประวัติการศึกษา
  - วิทยาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยนอตติงแฮม ประเทศอังกฤษ
  - วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล
  - วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)  
เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ  
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
  - หัวหน้าโครงการวิจัย :
    - โครงการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพเนื้อสตอเบอร์รี่แช่เยือกแข็งเพื่อส่งโรงงานทำโยเกิร์ต (ทุนวิจัย สกว. ระดับปริญญาโท 2554- 2555)
    - โครงการวิจัยเรื่อง การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ (ทุนวิจัย สกว. ปี พ.ศ. 2553-54)
    - โครงการวิจัยเรื่อง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อมะม่วงสุกและเนื้อลิ้นจี่ภายหลังการแช่เยือกแข็งด้วยวิธีไครโอจีนิกและระหว่างการเก็บรักษา (ทุนวิจัย สกว. ระดับปริญญาโท 2550-2551)
    - โครงการวิจัยเรื่อง กระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษามะม่วง ลิ้นจี่ และลำไยสดพร้อมบริโภค (ทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณประจำปี 2550-51)

## 2) ผู้ร่วมวิจัย :

- โครงการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก (ทุนวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2556)
- โครงการวิจัยเรื่อง ผลสารเคลือบผิวต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ทุนวิจัย สกว. ปี พ.ศ. 2549-2550)
- โครงการวิจัยเรื่อง กระบวนการทำอาหารเหลวสำเร็จรูปสำหรับผู้สูงอายุ (ทุนวิจัย จากงบประมาณประจำปี 2549-2550)

## งานวิจัยที่กำลังทำ :

- ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาต้นทุนและอุปสรรคการขนส่งผลไม้ไทยผ่านเส้นทาง R3A สู่ตลาดประเทศจีน (ทุนวิจัยจาก สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, สวก. พ.ศ. 2555-56)

## ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติและนานาชาติ (5 ปีย้อนหลัง 2010-2014)

1. Suwannarak, J., P. Phanumong and **N. Rattanapanone**. 2014. Physiological Changes of Fruit and Vegetable Carving. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. (accepted)
2. Prommajak, T., N. Leksawasdi and **N. Rattanapanone**. 2014. Biotechnological valorization of cashew apple: A review. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 13(2): (in press)
3. Roongruangsri, W., **N. Rattanapanone**, N. Leksawasdi and D. Boonyakiat. 2013. Physico-chemical changes during growth and maturation of tangerine fruit cv. 'Sai Nam Phueng' and 'See Thong'. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 12(1): 59-72.
4. Roongruangsri, W., **N. Rattanapanone**, N. Leksawasdi and D. Boonyakiat. 2013. Influence of Storage Conditions on Physico-chemical and Biochemical of Two Tangerine Cultivars. *Journal of Agricultural Science*. 5(2): 70-84.
5. Roongruangsri, W., **N. Rattanapanone**, N. Leksawasdi and D. Boonyakiat. 2012. Changes in organic acid contents and related metabolic enzyme activities at different stages of growth of two tangerine cultivars. *Journal of Agricultural Science*. 4(12): 277-284.

6. Boonyakiat, D., P. Seehanam and **N. Rattanapanone**. 2012. Effect of fruit size and coating material on quality of tangerine fruit cv. Sai Nam Phueng. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences* 11(2):213-230.
7. Thipaksorn C., **N. Rattanapanone**\* and D. Boonyakiat .2012 Effects of peroxyacetic acid, peroxydictric acid, sodium bicarbonate, potassium sorbate and potassium metabisulfite on the control of green mold in 'Sai Nam Phueng' tangerine fruit. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 11(2):203-211.
8. Chanasut, U.\* and **N. Rattanapanone** . 2012. Characterization and comparative study of polyphenol oxidases from four cultivars of Thai *Solanum melogena* fruits. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 11(2): 187-202.
9. Surawang, S.\* , **N. Rattanapanone** and A. J. Taylor. 2012. Quantitative analysis of flavor volatile compounds in two transgenic tomato fruits using APCI-MS. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 11(2):169-176.
10. Bunnag, D., **N. Rattanapanone**\* and M. Haewsungcharern. 2012. Combined effect of calcium chloride and peroxyacetic acid on quality and shelf-life of minimally processed longan fruit. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 11(1):105-119.
11. Wongkhot, A., **N. Rattanapanone**\* and U. Chanasut. 2012. BrimA, total acidity and total soluble solids correlate to total carotenoid contents as indicators of the ripening process of six Thai mango fruit cultivars. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 11(1):97-103.
12. Siriwongwilaichat, P., W. Angnanon and N. Rattanapanone. 2012. The effect of processing variables on antioxidative capacity of mangosteen peel (*Garcinia mangostana* L.) extract. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2(4): 527-536.
13. Bai\*, J., A. Plotto, R. Spotts, and **N. Rattanapanone**. 2011. Ethanol vapor and saprophytic yeast reduce decay and maintain quality of intact and fresh-cut cherries. *Postharvest Biology and Technology*. 62, 204-212.

14. Rachtanapun, P.\* and **N. Rattanapanone**. 2011. Synthesis and characterization of carboxymethyl cellulose powder and films from *Mimosa pigra*. *Journal of Applied Polymer Science*. 122(5): 3218-3226.
15. Phanumong P., **N. Rattanapanone\*** and M. Haewsungcharern. 2010. Efficacy of hypochlorite, peroxyacetic acid and peroxydictric acid in reducing microorganisms on the surface of fresh whole litchi fruit and its flesh. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 9(2):295-304.
16. Roongruangsri, W., **N. Rattanapanone\*** and D. Boonyakiat. 2010. Relationship between internal gases, ethanol content and physico-chemical changes of coated tangerine fruit cv. 'Sai Num Paung'. *Proceedings of the International Society of Citriculture*. Vol. II. (X. Deng, J. Xu, S. Lin and R. Guan, eds). The 11<sup>th</sup> International Citrus Congress, October 26-30, 2008: Wuhan, China, pp. 1321-1326.
17. Plotto,\* A., J.A. Narciso, **N. Rattanapanone**, E.A. Baldwin. 2010. Surface treatments and coatings to maintain fresh cut mango quality in storage. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 90:2333-2341.
18. Seehanam, P., D. Boonyakiat\* and **N. Rattanapanone**. 2010. Physiological and physicochemical responses of 'Sai Nam Phueng' tangerine to commercial coatings. *HortScience*. 45(4): 605-609.
19. ศิริพร สมพงษ์ นิธิยา รัตนพานนท์ และ สุทัศน์ สุระวัง. 2555. การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่เนื้อลำไยในน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดต่อคุณภาพของเนื้อลำไยสตรระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ). 43 (3): 311-314.
20. ปฐมภรณ์ กองเจริญ นิธิยา รัตนพานนท์ และ สุจินดา ศรีวัฒน์นะ. 2555. การลดการสูญเสียเนื้อสัมผัสของผลสตรอเบอรี่แช่เยือกแข็งโดยใช้สารละลายเกลือแคลเซียมและน้ำตาลซูโครส. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ). 43 (3): 339-342.
21. วรรณวรงค์ พัฒนะโพธิ์ ศศิธร การะบุญ วรินทร์ มณีวรรณ และ นิธิยา รัตนพานนท์. 2554. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลและกรดแอสคอร์บิกในมะม่วงน้ำดอกไม้ระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ). 42 (3): 105-108.

22. ปานฉัตร วงศ์ไชยยา เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2554. ผลกระทบร่วมของกรดและโคโทซานต่อสีเปลือกของผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ) 42 (3): 200-203.
23. อลิสา สุขสว่างจิต อุษาวดี ชนสุด และ นิธิยา รัตนานนท์. 2554. ชนิดของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่อคุณภาพปทุมมาตัดดอกพันธุ์เชียงใหม่สีชมพู. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ) 42 (3): 649-652.
24. พิมพ์ใจ สีหะนาม ดนัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2551. ผลของสารเคลือบผิวและอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อปริมาณแก๊สภายในผลและส่วนประกอบทางเคมีของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39 (3): 383-394.

#### หนังสือหรือตำราที่ได้ปรับปรุงในช่วง 5 ปี (2552-2556)

1. นิธิยา รัตนานนท์ และวิบูลย์ รัตนานนท์. 2556. *ศัพท์วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 360 หน้า.
2. นิธิยา รัตนานนท์ และวิบูลย์ รัตนานนท์. 2556. *หลักโภชนศาสตร์* พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 479 หน้า.
3. นิธิยา รัตนานนท์ และดนัย บุญเกียรติ. 2556. *การจัดการหลังการตัดดอกไม้* พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 250 หน้า.
4. นิธิยา รัตนานนท์. 2554. *หลักการวิเคราะห์อาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 245 หน้า.
5. นิธิยา รัตนานนท์. 2553. *เคมีอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 487 หน้า.
6. นิธิยา รัตนานนท์ และวิบูลย์ รัตนานนท์. 2552. *สารพิษในอาหาร* ปรับปรุงครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 250 หน้า.



# ผู้เชี่ยวชาญด้านแกะสลักผัก ผลไม้ และสบู่

อาจารย์เพ็ญพรรณ สิทธิไตรย์

ตำแหน่ง

ศิลปินแห่งชาติ สาขาทัศนศิลป์  
(ประณีตศิลป์-แกะสลักเครื่องสด)  
ที่ปรึกษานิตยสารหญิงไทย  
คอลัมนิสต์ศิลปะประดิษฐ์



ระดับการศึกษา

ปริญญาครุศาสตรบัณฑิตกิตติมศักดิ์  
โปรแกรมวิชาคหกรรมศาสตร์ทั่วไป สายมัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษา  
วิทยาลัยครูจันทระเกษม  
ประโยควิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนการช่างสตรี พระนครใต้

รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

ศิลปินผู้มีผลงานแกะสลักเครื่องสด ผลงานที่สำคัญอันได้แก่ การซ่อมแซม  
เพดานเรือพระที่นั่งสุพรรณหงส์ โดยปักลายผ้าตกแต่งเรือ และเรือในขบวนทั้งหมดในงานฉลอง  
กรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปี และรับสนองพระบรมราชโองการประดิษฐ์ผักและแกะสลักผลไม้ ใน  
งานเลี้ยงรับรองราชอาคันตุกะจากต่างประเทศ และงานเลี้ยงสโมสรสันนิบาตในวันฉลองกรุง  
รัตนโกสินทร์ 200 ปี ที่พระบรมมหาราชวัง

1. ศิลปินแห่งชาติ สาขาทัศนศิลป์ (ประณีตศิลป์-แกะสลักเครื่องสด)  
ประจำปี พ.ศ. 2552
2. รางวัลผู้มีผลงานดีเด่นทางด้านวัฒนธรรม สาขาช่างฝีมือ (ศิลปะการ  
แกะสลักผักผลไม้ ใบตอง ดอกไม้สด) จากสำนักงานคณะกรรมการ  
วัฒนธรรมแห่งชาติ พ.ศ.2532
3. ศิลปินผู้มีผลงานดีเด่นแห่งกรุงรัตนโกสินทร์ ด้านศิลปะการแกะสลักผัก  
ผลไม้ ใบตอง ดอกไม้สด พ.ศ.2531
4. รางวัลหนังสือดีเด่น ผู้จัดทำเนื้อหาและผลงานศิลปะการแกะสลักผัก  
ผลไม้ ใบตอง ดอกไม้สด ในงานสัปดาห์หนังสือแห่งชาติ ครั้งที่ 15 พ.ศ.2529
5. รางวัลครูสภา ประเภทผู้สอนดีเด่น ระดับอุดมศึกษา พ.ศ.2528
6. สาหรานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 13 โดย พระราชประสงค์ใน  
พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก

(Improvement of Quality and Extension Storage Life of Carved Fruits and Vegetables)

### ตัวอย่างภาพแสดงผลงานตำราวิชาการ



### ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับ





### นางถนอมศรี อภัยพลชาญ

สถานที่ติดต่อ 25/1 ซอยรามบุตรี บางลำพู (ข้างวัดชนะสงคราม)  
แขวงวัดชนะสงคราม เขตพระนคร กทม.  
โทร.0-2281-2650, 0-2282-3648, 08-9668-0969

รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

ครุภูมิปัญญาไทย ด้านศิลปกรรม รุ่นที่ 6  
ปรมาจารย์งานแกะสลักผักผลไม้ สบู่  
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา



ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสบู่



### ศาสตราจารย์ ดร.มณีรัตน์ จันทนะผะลิน

**ตำแหน่ง** ศาสตราจารย์ ระดับ 10 สาขาวิชาศิลปประดิษฐ์  
**สถานที่ทำงาน** มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต  
**ระดับการศึกษา** Ph.D. (Complementary Medicines)  
สาขา Universal Energy Healing  
มหาวิทยาลัยโคลัมโบ ประเทศศรีลังกา  
การศึกษาระดับบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง  
วิชาเอกคหกรรมศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต  
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยาลัยครูอุดรธานี  
**รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ**



- ยอดกุลสตรีไทย ปี พ.ศ.2555
- World Masters in Arts and Culture ปี พ.ศ.2554
- ศิษย์เก่าดีเด่น มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปี พ.ศ.2554
- อาจารย์ดีเด่นประเภทผู้สอน กรมการฝึกหัดครู พ.ศ.2535
- วิทยากรหนึ่งในร้อย โดยบริษัท ธนาคารกรุงเทพ จำกัด ปี พ.ศ.2532
- ศิษย์เก่าดีเด่น มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2555
- ศิลปินงานบุปผชาติ จากบริษัทการบินไทย เนื่องในปีส่งเสริมศิลปหัตถกรรมของชาติ พ.ศ.2530-2531
- ข้าราชการตัวอย่างอันดับ 1 กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีพ.ศ. 2529
- วิทยากรและผู้เผยแพร่ศิลปวัฒนธรรมไทย ด้านงานดอกไม้ใบตองและแกะสลัก ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ รับเชิญจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย



โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก

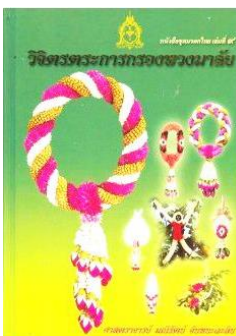
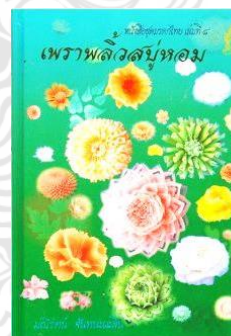
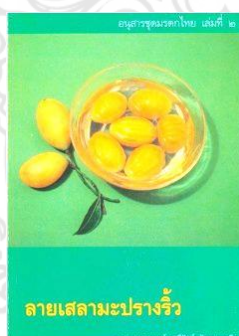
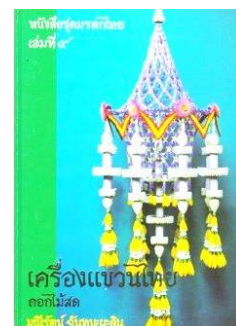
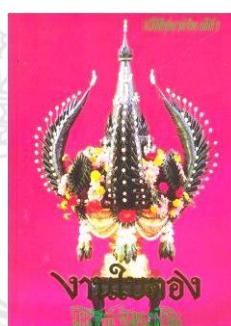
(Improvement of Quality and Extension Storage Life of Carved Fruits and Vegetables)

## วิทยาการพิเศษและกรรมการเผยแพร่ศิลปะการแกะสลัก

วิทยาการพิเศษในสถาบันการศึกษาทุกระดับ ได้แก่ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาลัยครู วิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัยอาชีวศึกษา โรงเรียนสารพัดช่าง โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนระดับประถมศึกษา สมาคมต่าง ๆ เช่น สมาคมสตรีอุดมศึกษา สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทย สภาสตรีแห่งชาติ วัดพระธรรมกาย เป็นต้น

## ผลงานการเขียนตำรา

หนังสือชุดมรดกไทย





**ผู้ช่วยศาสตราจารย์หนึ่งนิง กัณหะกาญจนะ**

**สถานที่ติดต่อ** 71 หมู่ ๑๖ บ้านโชคชัย ๑ ญางค์พวย ๑ ซอย 6 ถ.บรมราชชนก  
 แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ 10170

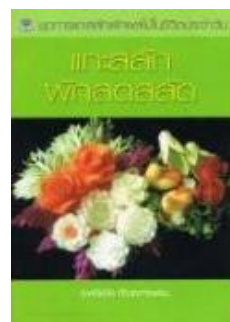
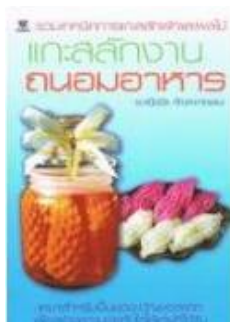
**การศึกษา** ปริญญาตรี การศึกษาศาสตรบัณฑิต  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครูมัธยม  
 วิทยาลัยอาชีวศึกษาพระนครใต้  
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพฯ  
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนการช่างสตรีโชติเวช



**รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ**

1. กรรมการตัดสินงานประกวดการแกะสลักผักผลไม้ โดยสมาคมพ่อครัวแห่งประเทศไทย ที่ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ พ.ศ.2535 และ พ.ศ.2553
2. รางวัลโล่ประกาศเกียรติคุณ “อาจารย์อุดมศึกษาผู้ทรงคุณธรรมดีเด่น” จากมูลนิธิธรรมาภิบาลหม่อมงามจิตต์ บุรฉัตร ประจำปี พ.ศ.2549
3. รางวัลเกียรติบัตรและเข็มเชิดชูเกียรติทองคำ “ครูดีเด่นด้านการสอนนอกระบบ” จากคุรุสภาในงานวันครูแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ.2541
4. วิทยากรเผยแพร่ศิลปหัตถกรรมไทย (การแกะสลักผักผลไม้ สนับสนุนการประดิษฐ์ดอกไม้สดใบตอง) ร่วมกับการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ (สวช.) กระทรวงวัฒนธรรม กระทรวงการต่างประเทศในต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่น เยอรมนี สวิสเซอร์แลนด์ อิตาลี สวีเดน ฝรั่งเศส บรูไน โปรตุเกส อินเดีย นอร์เวย์ ออสเตรเลีย ฟินแลนด์ อินโดนีเซีย และสหรัฐอเมริกา
5. กรรมการตัดสินงานประกวดโคมแขวน โคมลอย โต๊ะหมู่บูชา เทียนพรรษา โดยสำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ

**ผลงานการเขียนตำรา**



โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก

(Improvement of Quality and Extension Storage Life of Carved Fruits and Vegetables)

## นายภูษิษย์ สว่างสุข

**ตำแหน่ง** รองคณบดีฝ่ายสวัสดิการและกองทุน  
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

**สถานที่ทำงาน** มหาวิทยาลัยรามคำแหง

**การศึกษา** ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
คหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
ศิลปศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

**รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ**



- อาจารย์พิเศษ มหาวิทยาลัยรังสิต สถาบันราชภัฏพระนคร
- ผู้จัดการส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร บริษัท เดอะมอลล์กรุ๊ป
- เหรียญทอง อาหารไทย งานแกะสลักและผลไม้ สมาคมเชฟโลก (World Association of Cooks Societies WACS)

### ผลงานทางวิชาการ

- วิทยุนาการลดตายและสลักผักและผลไม้ในสมัยรัตนโกสินทร์ พ.ศ.2325-ปัจจุบัน)
- ผลงานวิจัย เรื่อง งานดอกไม้ บายศรี แกะสลักผักผลไม้ สมัยสุโขทัย ถึงรัตนโกสินทร์ตอนกลาง งบประมาณปี พ.ศ.2553



### ผู้ช่วยศาสตราจารย์จอมขวัญ สุวรรณรักษ์

**ตำแหน่ง** รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย  
**สถานที่ทำงาน** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวังชิระพยาบาล  
เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300  
โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 2301  
โทรสาร 0-2281-9759  
โทรศัพท์มือถือ 081 848 8870  
E-mail : jomkhwun.s@rmutp.ac.th



#### รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

1. รางวัลเชิดชูเกียรติผู้มีผลงานด้านศิลปวัฒนธรรม ดีเด่น ปีพุทธศักราช 2555 สาขาการช่างฝีมือ จัดโดยกองศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2. เข็มกัลดฝังเพชร รางวัลข้าราชการพลเรือนดีเด่น ประจำปี 2551 ในกลุ่มข้าราชการ ระดับ 6-8 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
3. ครูทองคำ รางวัลข้าราชการพลเรือนดีเด่น ประจำปี 2551 ในกลุ่มข้าราชการ ระดับ 6-8
4. โล่เกียรติคุณ คณะกรรมการตัดสินการแข่งขัน Thailand International Culinary Cup งาน Food & Hotel Thailand ตั้งแต่ พ.ศ.2551 ถึงปัจจุบัน



## ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับู



วิทยากรเผยแพร่ศิลปะการแกะสลักผัก ผลไม้และสับู ทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ โดยรับเชิญจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน



กรรมการตัดสินการแข่งขัน Fruit & Vegetable Carving

ผลงานการเขียนตำรา



## นางสาวไกรภรณ์ สุทธา

**ตำแหน่ง** รองคณบดีฝ่ายวางแผน  
**สถานที่ทำงาน** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล  
เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300  
โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 2302  
โทรสาร 0-2281-9759



### ผลงานทางวิชาการ

1. ประสบการณ์ด้านการสอนแกะสลักผักและผลไม้ไม่น้อยกว่า 35 ปี
2. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาแกะสลักผักและผลไม้ และสบู
3. บทความด้านการแกะสลักผักและผลไม้ในหนังสือ

### ผลงานการเผยแพร่

1. วิทยากรโครงการอบรมหลักสูตรระยะสั้นวิชาแกะสลักผักผลไม้ และสบู ให้แก่หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ทั้งในและต่างประเทศ เช่น การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ปัจจุบันคือ กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา) กระทรวงการต่างประเทศ สถาบันสอนภาษามาริสา เป็นต้น
2. กรรมการตัดสินการประกวดแกะสลักผักและผลไม้ให้แก่หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน
3. อาจารย์ผู้ฝึกซ้อมนักศึกษาเพื่อเข้าร่วมการประกวดแกะสลักผักและผลไม้ในระดับประเทศ
4. อาจารย์ผู้สอนโดยบูรณาการด้านการแกะสลักผักและผลไม้ไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาอาหารไทยและขนมไทย ทั้งในการประกอบอาหาร และการจัดตกแต่งอาหาร



## ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสมุนไพร



### ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิญญา มานะโรจน์

**สถานที่ทำงาน** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล  
เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300  
โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 2301  
โทรสาร 0-2281-9759  
โทรศัพท์มือถือ 081 913 2854



#### รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

1. รางวัลและเกียรติบัตรข้าราชการพลเรือนดีเด่น ประจำปี พ.ศ.2542
2. รางวัลและเกียรติบัตรข้าราชการครูดีเด่น สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ประจำปี พ.ศ.2542
3. วิทยากร และสาริตผลงานแกะสลักผัก ผลไม้ ให้กับหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ได้แก่ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วิทยาเขตรังสิต คู่สมรส (สตรี) ของข้าราชการที่จะไปประจำการในต่างประเทศ โรงเรียนศรีวันดี
4. อาจารย์ผู้ควบคุมการฝึกซ้อมและดูแลนักศึกษาเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันการจัดโต๊ะสวยด้วยผัก

#### ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับ



## นางสาวสุกัญญา จันทกุล


**ตำแหน่ง** หัวหน้าสาขาวิชาการบริหารธุรกิจคหกรรมศาสตร์  
**สถานที่ทำงาน** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวังชิระพยาบาล  
เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300  
โทรศัพท์ 0-2281-9231 ต่อ 6503  
ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสบู่



วิทยาการเผยแพร่ศิลปะการแกะสลักผัก ผลไม้และสบู่ ทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ  
โดยรับเชิญจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน



### นายบุรินทร์ภัทร ชูวงศ์

<b>ตำแหน่ง</b>	หัวหน้ากลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี	
<b>สถานที่ทำงาน</b>	โรงเรียนช่างตากุ้งึ่งคอนแวนท์ 146 ถนนเทศบาลสาย 1 แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ 0-2890-0977	
<b>สถานที่ติดต่อ</b>	51/870 ม.1 ถ.เพชรเกษม ต.ท่าตำหนัก อ.นครชัยศรี นครปฐม 73120	
<b>ระดับการศึกษา</b>	ปริญญาโท คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต	
<b>รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ</b>		
พ.ศ.2555	รางวัลเชิดชูเกียรติ “ธนบุรีศรีนพมาศ” สาขาอาหารไทยและการแกะสลัก ผักผลไม้ ประเภทบุคคลทั่วไป จัดโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี	
พ.ศ.2551-2546	รางวัลชนะเลิศการแกะสลักผักและผลไม้ผลงานใบตองดอกไม้สด ถ้วยพระราชทานสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ จัดโดยการ ท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย	
พ.ศ.2549	รางวัลชนะเลิศการแกะสลักผักผลไม้ผลงานใบตองดอกไม้สด และรางวัล ขวัญใจสื่อมวลชน ประเภทสถาบันการศึกษา จัดโดยการท่องเที่ยวแห่ง ประเทศไทยและโรงแรมแกรนด์เมอร์เคียว ฟอรัจูน กรุงเทพฯ	
พ.ศ.2543	รางวัลชนะเลิศการแกะสลักผักผลไม้ จัดโดยการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย	
พ.ศ.2543	รางวัลชนะเลิศการแกะสลักผักและผลไม้ งานเกษตรแฟร์ 2000 จัดโดย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	
พ.ศ.2541	รางวัลชนะเลิศการแกะสลักผักและผลไม้ จัดโดยการท่องเที่ยวแห่ง ประเทศไทย	

### ผลงานการเขียนตำรา





## นายเจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์

**ตำแหน่ง** อาจารย์ประจำสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ  
**สถานที่ทำงาน** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล  
เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300  
โทรศัพท์ 0-2281-9231 ต่อ 5203



### รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

- พ.ศ.2556 รางวัลเชิดชูเกียรติผู้มีผลงานด้านศิลปวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ดีเด่น สาขาคหกรรมศิลป์  
จัดโดยกองศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- พ.ศ.2548 รางวัลข้าราชการพลเรือนดีเด่น ในกลุ่มข้าราชการ ระดับ 1-5 ของ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- พ.ศ.2548 ครูฯทองคำ รางวัลข้าราชการพลเรือนดีเด่น กลุ่มข้าราชการ ระดับ 1-5

### ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับ



คณะกรรมการตัดสินการประกวดอาหารชุดผักเครื่องจิ้ม จากระทรวงศึกษาธิการ



การจัดชมสาธิตขนมไทยและตกแต่งด้วยงานแกะสลัก  
ผักผลไม้ ในทำเนียบรัฐบาล



การจัดทำสื่อการสอนทางไกล (E-Learning) วิชาการแกะสลักผักและผลไม้

การสาธิตแกะสลักผัก ผลไม้และสมุนไพร



ในงานเทศกาลดอกทิวลิป ณ เมืองออตตาวา ประเทศแคนาดา



ในงาน Thai ness to the World ณ เมือง โตรอนโต ประเทศแคนาดา



การแกะสลักผัก – ผลไม้และจัดตกแต่ง  
โต๊ะอาหารเพื่อเลี้ยงรับรอง  
ณ สถานทูตไทยประจำประเทศแคนาดา



**นายศักรินทร์ หงส์รัตนารกิจ**

**สถานที่ทำงาน** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล  
เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300  
โทรศัพท์ 0-2282-8531-2 ,0-2281-0545 ต่อ 6502  
โทรสาร 0-2282-4490  
E-mail : Sakarin\_rmutp@hotmail.com



**รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ**

- พ.ศ.2549 รางวัลเหรียญทองแกะสลักผักผลไม้แบบฟรีสไตล์ สมาคมพ่อครัวไทย
- พ.ศ.2549 รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 ประเภทโรงแรม การแกะสลักผักผลไม้สาธิตงานไบตองและดอกไม้สด โรงแรมแกรนด์เมอร์เคียวฟอร์จูน
- พ.ศ.2548 รางวัลเหรียญเงินแกะสลักผักผลไม้ประเภทเดี่ยว สมาคมพ่อครัวไทย
- พ.ศ.2547 รางวัลเหรียญเงินแกะสลักผักผลไม้ประเภทเดี่ยวและประเภททีม งาน Thailand Kitchen of the Word

**ผลงานการเขียนตำรา**



## ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับ



## นายจีระวัฒน์ นิตะยะโส

**สถานที่ทำงาน** กำลังศึกษาในระดับปริญญาโท  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล  
เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300  
โทรศัพท์ 0-2282-8531-2 ,0-2281-0545



### รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

1. รางวัลชนะเลิศ ถ้วยพระราชทานสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี การแข่งขันประกวดพานพุ่ม ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ.2552
2. รางวัลเหรียญทอง สาขาช่างจัดดอกไม้ การแข่งขันฝีมือแรงงานแห่งชาติ ครั้งที่ 22 จากกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน พ.ศ.2551
3. รางวัลชนะเลิศ การแข่งขันฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างจัดดอกไม้ ระดับภาค ครั้งที่ 21 พ.ศ.2548 ครั้งที่ 22 พ.ศ.2550
4. ได้ถวายงานสาธิตการแกะสลักผักและผลไม้ต่อพระพักตร์ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชาทินัดดามาตุ
5. รางวัลชนะเลิศ การประกวดโต๊ะหมู่บูชา โครงการส่งเสริมจริยธรรมแก่ยุวพุทธิกสมาคม จังหวัดนครราชสีมา
6. รางวัลชนะเลิศ การแข่งขันทักษะวิชาชีพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทการแกะสลักผักและผลไม้ ระดับภาค
7. รางวัลชนะเลิศและรองชนะเลิศ อันดับ 2 การประกวด Miss Plus (ชุดผัก-ผลไม้) ณ โรงพยาบาลกรุงเทพ ราชสีมา
8. รางวัลชนะเลิศ การประกวดร้อยมาลัยแทนใจมอบให้แม่ ในโครงการ สัปดาห์วันแม่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน



## เชฟชาติ ชันศรี

ตำแหน่ง Chef de' Partie

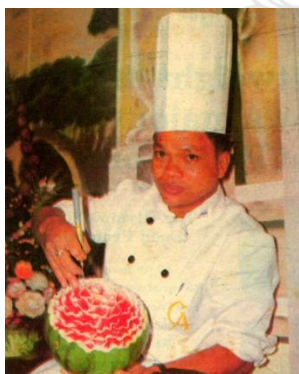
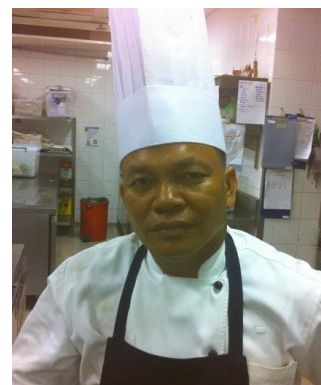
สถานที่ทำงาน โรงแรมแชงกรีล่า

รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

เหรียญทอง Food and Beverage

ผู้ผลิตมีดแกะสลักเว็บไซต์ ThaiCarvingKnife.com

ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับ



โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก

(Improvement of Quality and Extension Storage Life of Carved Fruits and Vegetables)

## เชฟสุรศักดิ์ คงสวัสดิ์

ตำแหน่ง หัวหน้าเชฟ ห้องอาหารไทยเบญจรงค์

สถานที่ทำงาน โรงแรมดุสิตธานี

รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

The Winner Fruit & Vegetable Carving Contest Hosted by  
BU.T.A.T. 1997

2<sup>nd</sup> Runner-up Fruit & Vegetable Carving Contest Hosted by  
BU.T.A.T. 1996

Gold Medal Honor Free Style Fruit & Vegetable Carving Contest (Pro  
Bangkok Hosted by Thai Chef's Association 1996

ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับ



โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก

(Improvement of Quality and Extension Storage Life of Carved Fruits and Vegetables)

## เชฟมัญญ อินทร์จันทร์

ตำแหน่ง Sous Chef  
สถานที่ทำงาน โรงแรมฮิลตัน พัทยา  
333/101 ต.หนองปรือ อ.บางละมุง  
จ.ชลบุรี 20260  
E-mail- modza\_antza@hotmail.com



### รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

- รางวัลเหรียญเงิน การแกะสลักผักและผลไม้ในงาน “Thailand Ultimate Chef Challenge 2013”
- รางวัลเหรียญทอง การแกะสลักผลไม้ ประเภท Live และ ประเภท Display ในงาน “Pattaya Food & Hoteliers Expo’12”
- รางวัลเหรียญเงิน การแกะสลักผักและผลไม้ ในงาน “Thailand Ultimate Chef Challenge 2012”
- รางวัลเหรียญทอง การแกะสลักผลไม้ ประเภท Live และ ประเภท Display ในงาน “Pattaya Food & Hoteliers Expo’11”
- รางวัลเหรียญทอง การแกะสลักผลไม้ ประเภท Live ในงาน “Pattaya Food & Hoteliers Expo’10”
- รางวัลเหรียญเงิน การแกะสลักผลไม้ ประเภท Live ในงาน “Pattaya Food & Hoteliers Expo’09”
- รางวัลเหรียญเงิน การแกะสลักผลไม้ ในงาน “Food & Hotel Thailand 2008”
- รางวัลเหรียญทองแดง การแกะสลักผลไม้ ประเภท Showpiece และ ประเภท On Stage ในงาน “IFHS’07”
- รางวัลเหรียญเงิน การแกะสลักผลไม้ ประเภท On Stage ในงาน “IFHS’06”
- รางวัลเหรียญเงิน การแกะสลักผลไม้ ประเภท On Stage ในงาน “IFHS’05”



### ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสมุนไพร



โครงการการปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก

(Improvement of Quality and Extension Storage Life of Carved Fruits and Vegetables)

## พ.จ.อ. ดำรงค์ศักดิ์ นรินทร์

**สถานที่ติดต่อ** 100 ซอยตรงข้ามวัดบางนาออก  
ถ.สรรพยาวัธ แขวงบางนา เขตบางนา กทม. 10260  
โทรศัพท์ 02 1735063

**การศึกษา** ครุศาสตรมหาบัณฑิต กิตติมศักดิ์  
(สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์)



### รางวัล/เกียรติคุณที่ได้รับ

- ผู้มีทักษะฝีมือโดดเด่นในงานศิลปะและหัตถกรรม ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ (องค์การมหาชน) พ.ศ.2550
- ครูภูมิปัญญาไทย รุ่นที่ 4 สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา พ.ศ.2548
- รางวัลโล่เกียรติยศ มูลนิธิโครงการหลวง พ.ศ.2519
- ประกาศเกียรติคุณและโล่เกียรติยศ บริหารการแกะสลักวัสดุอ่อนแบบโบราณ คุณภาพดีเด่นมาตรฐานสากล พ.ศ.2535

### ตัวอย่างภาพกิจกรรมด้านการแกะสลักผัก ผลไม้และสับ



### ผลงานการเขียนตำรา



