# การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี
# The Study of Process to Extend Shelf-life of Radish (*Raphanus sativus* Linn.) Carving Dyed


| | |
|---|---|
| อริศรา | หอมสิงห์ทอง |
| Arisara | Homsingthong |
| วราภรณ์ | จำลอง |
| Waraporn | Chamlong |
| ภิรมญา | บุญเจริญ |
| Piromya | Booncharoen |


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2558

# การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี
# The Study of Process to Extend Shelf-life of Radish (*Raphanus sativus* Linn.) Carving Dyed


| | |
|---|---|
| อริศรา | หอมสิงห์ทอง |
| Arisara | Homsingthong |
| วราภรณ์ | จำลอง |
| Waraporn | Chamlong |
| ภิรมญา | บุญเจริญ |
| Piromya | Booncharoen |


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

# ใบอนุมัติโครงงานพิเศษ

| | |
|---|---|
| **ชื่อโครงงานพิเศษ** | การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี |
| **ชื่อ นามสกุล** | อริศรา หอมสิงห์ทอง |
| | วราภรณ์ จำลอง |
| | ภิรมญา บุญเจริญ |
| **ชื่อปริญญา** | วิทยาศาสตรบัณฑิต |
| **สาขาวิชาและคณะ** | วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ |
| **ปีการศึกษา** | 2558 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ |

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ)

..... กรรมการ
(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ธนภพ โสตรโยม)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)

วันที่ 5 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

**ชื่อโครงงานพิเศษ** การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี
**ชื่อ นามสกุล** อริศรา หอมสิงห์ทอง
วราภรณ์ จำลอง
ภิรมญา บุญเจริญ
**ชื่อปริญญา** วิทยาศาสตรบัณฑิต
**สาขาวิชาและคณะ** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
**ปีการศึกษา** 2558
**อาจารย์ที่ปรึกษา**อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ

# บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี ศึกษาชนิดของสารเคลือบที่มีผลต่อการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ จุลินทรีย์ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี โดยหัวไชเท้าแกะสลักเมื่อนำมาแช่สารละลายเพอร์ออกซีแอซิติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.08 และแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ทำการย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ0.05 สีชมพูที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ0.05 จากนั้นนำไปศึกษาชนิดของสารเคลือบที่ 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ พบว่าหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ที่เคลือบด้วย แซนแทนกัม ค่าสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.12 ค่าความแน่นเนื้อ 21.42 นิวตัน ค่าสี L* 55.09±0.04, a* -20.52±0.07, b* -15.93±0.57 ย้อมสีฟ้าความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ค่าสูญเสียน้ำหนัก 3.24 ค่าความแน่นเนื้อ 26.01 นิวตัน ค่าสี L* 45.54±0.03, a* -25.70±0.20 b* -26.85±-0.29 ย้อมสีชมพูความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ค่าสูญเสียน้ำหนัก 3.09 ค่าความแน่นเนื้อ 23.99 นิวตัน ค่าสี L* 55.03±0.11, a* 29.42±0.05, b* -0.39±0.24 และย้อมสีชมพูความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ค่าสูญเสียน้ำหนัก 3.27 ค่าความแน่นเนื้อ 24.41 นิวตัน ค่าสี L* 45.08±0.07, a* 39.75±0.27, b* 0.30±0.16 ดังนั้นหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า และย้อมสีชมพูที่เก็บรักษาในกล่องพลาสติกใส ปิดสนิทบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ ในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 5 วัน โดยมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1\times10^{6}$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

**คำสำคัญ:** หัวไชเท้าแกะสลัก, แซนแทนกัม, เจลาติน, อาการ์

**Special Project Title** The Study of Process to Extend Shelf-life of Radish (*Raphanus sativus* Linn.) Carving Dyed

**Author** Arisara Homsingthong
Waraporn Chamlong
Piromya Booncharoen

**Degree** Bachelor of Science

**Major Program** Food Science and Technology
Faculty of Home Economics Technology

**Academic Year** 2015

## Abstract

This special project aimed to determine the appropriate procedure for extending carved dye radish (CDR) and study the type for coating CDR. From the results, radish was carved become to rose shape and immersed in peroxyacetic acid 0.08% and calcium choride 1.5% after that was immersed in food dye solution such as blue 0.01% 0.05% and pink 0.01% 0.05%. Then, CDR was coated in three types of coating namely xanthangum, gelatin and agar. From the result xanthangum has weight loss yield%, firmness and color value more than galatin and agar. CDR with blue 0.01% has weight loss yield% 3.24, firmness 3.12 N, color value L* 55.09±0.04, a* -20.52±0.07, b* -15.93±0.57 blue 0.05% has weight loss yield% 3.24, firmness 26.01 N color value L* 45.54±0.03, a* -25.70±0.20 b* -26.85±-0.29, pink 0.01% has weight loss yield%, 3.09, firmness 23.99 N, color value L* 55.03±0.11, a* 29.42±0.05, b* -0.39±0.24 and pink 0.05% has weight loss yield% 3.27, firmness 24.41 N, color value L* 45.08±0.07, a* 39.75±0.27, b* 0.30±0.16. The carved radish with blue and pink storage in plastic box stored in aluminum foil at 3-4 $^{\circ}$C were during 5 days. Microorganism indicated that there were no more than $1\times10^{6}$ colonies per 1 g of sample.

Keywords: radish, xanthangum, gelatin, agar

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเรื่อง การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี เป็นส่วนหนึ่งวิชาโครงงานพิเศษตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และอาจารย์ธนภพ โสตรโยม กรรมการโครงงานพิเศษ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวางแผนโครงงานฉบับนี้ขอกราบพระคุณพ่อและแม่ ที่ให้กำเนิดมา มีสติปัญญาที่สมบูรณ์ ต่อสู้ฟันฝ่าอุปสรรคนานา และยังสนับสนุนทุนการศึกษาอย่างเต็มที่ และขอขอบคุณโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 จนถึงบัดนี้ ผู้วิจัยจึงตระหนักในพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้หากผลดีของโครงงานพิเศษนี้ได้เกิดขึ้นต่อคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร หรือต่อหน่วยงานอื่นใดที่เกี่ยวข้อง ข้าพเจ้าขอมอบความดีนี้ให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ส่วนความบกพร่องนั้นข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

อริศรา หอมสิงห์ทอง
วราภรณ์ จำลอง
ภิรมญา บุญเจริญ

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | (1) |
| Abstract | (2) |
| กิตติกรรมประกาศ | (3) |
| สารบัญ | (4) |
| สารบัญตาราง | (6) |
| สารบัญภาพ | (7) |
| สารบัญแผนภูมิ | (8) |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 2 |
| 1.3 ขอบเขตการศึกษา | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 หัวไชเท้า | 3 |
| 2.2 การแกะสลักผักและผลไม้ | 4 |
| 2.3 สีผสมอาหาร | 5 |
| 2.4 สารเคลือบ | 5 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการ | |
| 3.1 วัตถุดิบ | 10 |
| 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ | 10 |
| 3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง | 11 |
| 3.4 สถานที่ดำเนินงาน | 15 |
| 3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการ | 15 |

# สารบัญ(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล | |
| 4.1 ผลการเตรียมวัตถุดิบ | 16 |
| 4.2 ผลการเตรียมสารละลาย | 16 |
| 4.3 ผลการศึกษาระดับสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลัก | 17 |
| 4.4 ผลการศึกษาชนิดของสารเคลือบหัวไชเท้าแกะสลัก | 18 |
| บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ | |
| 5.1 สรุปผล | 35 |
| เอกสารอ้างอิง | 37 |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก กรรมวิธีการเตรียมสารละลาย | 41 |
| ภาคผนวก ข กรรมวิธีการแกะสลักหัวไชเท้า | 46 |
| ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ | 50 |
| ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์ | 54 |
| ภาคผนวก จ ประกาศกระทรวงสาธารณสุขวัตถุเจือปน | 57 |
| ภาคผนวก ฉ แผ่นพับ | 59 |
| ภาคผนวก ช แบบขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเลือกสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลักที่เหมาะสมในการใช้ตกแต่งอาหาร | 62 |
| ภาคผนวก ซ ประกาศกระทรวงสาธารณสุขวัตถุเจือปนอาหาร | 69 |
| ภาคผนวก ฌ ประวัติผู้ศึกษา | 73 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.1 | แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 | 23 |
| 4.2 | แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 | 23 |
| 4.3 | แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพู ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 | 24 |
| 4.4 | แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพู ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 | 24 |
| 4.5 | แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ที่เคลือบผิวด้วยสารชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา | 26 |
| 4.6 | แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ที่เคลือบผิวด้วยสารชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา | 27 |
| 4.7 | แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ที่เคลือบผิวด้วยสารชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา | 29 |
| 4.8 | แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ที่เคลือบผิวด้วยสารชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา | 30 |
| 4.9 | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ใช้ในการตรวจจุลินทรีย์หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าและ สีชมพู ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 ที่แช่สารเคลือบแซนแทนกัม | 31 |
| 4.10 | ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า และสีชมพู ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน | 33 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | หัวไชเท้า (*Raphanus sativus* Linn.) | 3 |
| 2.2 | แซนแทนกัม | 7 |
| 2.3 | เจลาติน | 8 |
| 2.4 | อาการ์ | 9 |
| 3.1 | หัวไชเท้าที่ตัดแบ่งเป็นท่อน | 12 |
| 3.2 | หัวไชเท้าที่เกลาเพื่อลบเหลี่ยม | 12 |
| 3.3 | ภาพแสดงหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีจำนวน 6 สี 5 ระดับความเข้มข้น | 13 |
| 3.4 | การวัดความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าด้วยเครื่องวัดลักษณะสัมผัส | 14 |
| 4.1 | หัวไชเท้าแกะสลักเป็นรูปดอกกุหลาบ | 16 |
| 4.2 | ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส | 19 |
| 4.3 | ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส | 20 |
| 4.4 | ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส | 21 |
| 4.5 | ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส | 21 |
| 4.6 | หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่บรรจุในกล่องพลาสติกใสที่ปิดสนิท ใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ | 32 |

# สารบัญแผนภูมิ


| แผนภูมิที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.1 | ความถี่ของสีย้อมและระดับความเข้มข้นในการย้อมสีหัวไชเท้าแกะสลักของผู้เชี่ยวชาญ | 17 |

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากวัฒนธรรมด้านอาหารของไทย ได้มีการนำเอางานแกะสลักผักและผลไม้มาตกแต่งทั้งประดับในจานอาหาร นำมาทำเป็นภาชนะใส่อาหารคาว-หวาน การจัดตกแต่งบนโต๊ะอาหารหรือสถานที่รับประทานอาหาร จนกลายเป็นเอกลักษณ์ของร้านอาหารไทย ที่จะต้องมีงานแกะสลักผักและผลไม้ตกแต่งบนจานอาหาร หรือในสถานที่ที่ถูกจัดว่าเป็นร้านอาหารไทยแท้ ประกอบกับรัฐบาลและภาคเอกชนได้ให้การสนับสนุนนโยบายครัวไทยสู่ครัวโลก ทำให้ผลงานการแกะสลักผักและผลไม้ได้เผยแพร่ออกสู่สายตาประชาชนทั่วโลก ส่งผลให้งานแกะสลักผักและผลไม้ได้กลายเป็นสิ่งที่ต้องประดิษฐ์ตกแต่งจานอาหารและหรือบนโต๊ะอาหาร เพื่อความสวยงามและแสดงถึงเอกลักษณ์ของอาหารไทยที่แท้จริง เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่อาหารจานนั้น และช่วยให้ผู้บริโภคมีความประทับใจและซาบซึ้งถึงศิลปะและวัฒนธรรมของอาหารไทย ทำให้มีความต้องการช่างฝีมือแกะสลักผักและผลไม้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากงานแกะสลักผักและผลไม้เป็นงานที่ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญต้องผ่านการฝึกฝนและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นผักและผลไม้สดภายหลังการแกะสลักยังเป็นสิ่งที่มีชีวิต ยังต้องการสารอาหาร และออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจ ผลิตพลังงานสำหรับดำรงชีวิตต่อไป นอกจากนั้นผักและผลไม้สดยังเป็นเนื้อเยื่อที่มีปริมาณน้ำมาก การสูญเสียน้ำทำให้มีลักษณะปรากฏเหี่ยวเร็วและเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ง่าย การนำผักและผลไม้สดมาแกะสลักเป็นการทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดบาดแผล เซลล์บางส่วนถูกทำลาย ส่งผลให้เนื้อเยื่อพืชมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น มีการผลิตเอทิลีนมากขึ้น เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่เร่งให้ผลไม้สุกและนิ่มเร็วขึ้น เร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ทำให้ผักใบที่มีสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเร่งการเหี่ยวของดอกไม้บางชนิดด้วย (จอมขวัญ และนิธิยา, 2556)

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงต้องการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การอาหารมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแกะสลัก เพื่อคงไว้ซึ่งคุณภาพรวมถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จะทำให้สถานประกอบการด้านอุตสาหกรรมการบริการอาหาร เช่น ร้านอาหารและภัตตาคารใหญ่ๆ หรือโรงแรมที่จัดจำหน่ายอาหารไทย สามารถนำผักและผลไม้สดแกะสลักไปใช้ประโยชน์ได้หลายครั้ง หรือมีความสะดวกสบายในการใช้ผักและผลไม้สดแกะสลักมากขึ้นสามารถพัฒนาให้เกิดเป็นอุตสาหกรรมการผลิตผักและผลไม้สดแกะสลักภายในประเทศส่งจำหน่ายให้แก่ร้านอาหาร เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผักและผลไม้สด และช่วยให้ผู้บริโภคมีความประทับใจและซาบซึ้งถึงวัฒนธรรมอาหารไทยจากภูมิปัญญาท้องถิ่นรวมทั้งสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ในอนาคต โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอาเซียน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดของสารเคลือบที่มีผลต่อการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ จุลินทรีย์ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยนี้ใช้วัตถุดิบเป็นหัวไชเท้า (*Raphanus sativus* Linn.) เพราะหัวไชเท้ามีสีขาวซึ่งง่ายต่อการติดสี และมีเนื้อแน่น สามารถแกะสลักได้ง่าย ในการทดลองจึงเลือกแกะสลักเป็นรูปดอกกุหลาบ และการย้อมสีนั้นจะใช้สีผสมอาหาร เกรดสำหรับอาหาร เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและความปลอดภัยอาหารต่อการนำมาใช้ในการประดับตกแต่งจานอาหารให้มีสีสันงดงามในจานอาหาร

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบกระบวนการยืดอายุการเก็บรักษาหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่เหมาะสม

1.4.2 ทราบว่าชนิดของสารเคลือบผิวหัวไชเท้าแกะสลักที่เหมาะสม

1.4.3 ทราบว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทั้งด้านกายภาพ และทางจุลินทรีย์ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 หัวไชเท้า

**ภาพที่ 2.1** หัวไชเท้า (*Raphanus sativus* Linn.)
**ที่มา:** กรมวิชาการเกษตร, 2557

2.1.1 นิยาม

ผักกาดหัว หรือ หัวไชเท้า ชื่อวิทยาศาสตร์ *Raphanus sativus* Linn. เป็นพืชในตระกูล cruciferae เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ อายุ 1 หรือ 2 ฤดู แต่ส่วนมากจะปลูกเป็นพืชฤดูเดียว ราก เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารขยายพองโตออก ด้านข้างอาจมีรากฝอยบ้าง เป็นส่วนที่นำมาบริโภคเป็นอาหาร ลำต้น สั้นเชื่อมต่อยู่ระหว่างรากกับใบ ปลายใบมนขอบใบเป็นคลื่นเว้าเข้าหลายหยักดอกออกเป็นช่อแบบราซีม มีสีขาวหรือสีม่วงติดฝักชนิดผ่าแล่งลักษณะ เป็นพืชจำพวกผัก มีรากสะสมอาหารลักษณะทรงกระบอกใหญ่ยาว สีขาวหรือสีอื่น ต้นสูงประมาณ 1 เมตร แตกกิ่งก้านสาขามาก ใบแตกออกจากโคนต้นเป็นกอ ยาว 12-12 ซม. ตัวใบใหญ่ปลายใบมน ขอบใบมีรอยเว้าลึก 4-6 คู่ทั้ง 2 ข้าง ขอบใบมีรอยหยักคล้ายฟัน ก้านใบลักษณะสามเหลี่ยม ขอบมนใบที่ออกจากต้นที่ชูสูงขึ้นปลายใบแหลม ขอบใบมีรอยหยักตื้น ๆ หรือแทบไม่มีเลย โคนใบมีก้านสั้น ๆ หรือแทบไม่มีดอกออกเป็นช่อจากปลายก้านดอกย่อยมีกลีบเลี้ยง สีเขียวเป็นแผ่นยาวปลายมนกลม เป็นแผ่นยาวปลายมนกลมสีม่วงอ่อนหรือสีชมพู ส่วนโคนกลีบดอกสีขาว (วรรษมน, 2557)

2.1.2 คุณค่าทางอาหาร

ในหัวผักกาดขาวสดส่วนที่ใช้เป็นอาหารได้ 100 กรัม มีน้ำ 91.7 กรัม, โปรตีน 0.6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.7 กรัม, ความร้อน 250,000 แคลอรี่, เส้นใยหยาบ 0.8 กรัม, เถ้า 0.8 กรัม, คาโรทีน 0.02 มิลลิกรัม, วิตามินบีหนึ่ง 0.02 มิลลิกรัม, วิตามินบีสอง 0.04 มิลลิกรัม, กรดนิโคตินิค 0.5 มิลลิกรัม, วิตามินซี 30 มิลลิกรัม, แคลเซียม 49 มิลลิกรัม, ฟอสฟอรัส 34 มิลลิกรัม, เหล็ก 0.5 มิลลิกรัม, โปแตสเซียม 196 มิลลิกรัม, ซิลิกอน 0.024 มิลลิกรัม, แมงกานีส 1.26 มิลลิกรัม, สังกะสี 3.21 มิลลิกรัม, โมลิบดีนัม 0.125 มิลลิกรัม, โบรอน 2.07 มิลลิกรัม, ทองแดง 0.21 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีกลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และกรดแอมิโนหลายชนิด

## 2.2 การแกะสลักผักและผลไม้

2.2.1 นิยาม

การแกะสลัก หมายถึง เป็นเทคนิคการสร้างสรรค์งานประติมากรรมมาแต่โบราณ มีลวดลายต่างๆตามที่ออกแบบไว้อย่างสวยงามและประณีต วัสดุที่ใช้แกะสลักนั้นเป็นชนิดของแข็ง ได้แก่ หิน ไม้ ส่วนในวัสดุพวกไม้เนื้ออ่อน สบู่ ปูนปลาสเตอร์ ผัก ผลไม้ เช่น มัน เผือก มะละกอ เป็นต้น (ไพบูลย์, 2554)

2.2.2 ประเภทของงานแกะสลัก

2.2.2.1 การแกะสลักวัสดุเนื้ออ่อนเช่น ผัก ผลไม้ต่างๆ วุ้น สบู่ และเทียนไข เป็นต้น

2.2.2.2 การแกะสลักไม้ ซึ่งสามารถแกะสลักเป็นรูปคน สัตว์ และรูปวิวต่างๆ เพื่อใช้สำหรับตกแต่งสถานที่

2.2.2.3 การแกะสลักหินอ่อน หรือหินสำหรับลับมีดโกนให้เป็นรูปต่างๆ เพื่อความสวยงาม เป็นของชำร่วย เป็นของสำหรับตกแต่งได้

2.2.2.4 การแกะสลักน้ำแข็ง โดยใช้น้ำแข็งก้อนใหญ่มาแกะสลักเป็นรูปต่างๆ เช่น รูปนก รูปหัวใจ รูปปลา เป็นต้น

2.2.3 รูปลักษณะของงานแกะสลักผักและผลไม้

2.2.3.1 ลักษณะของการแกะสลักรูปร่องลึก เป็นการเซาะเนื้อผักหรือผลไม้สดให้เป็นร่องลึกตามลวดลายหรือลักษณะงานที่ออกแบบไว้ เช่น ลายดอกรักเร่ และลายดอกรวงข้าว เป็นต้น

2.2.3.2 ลักษณะของการแกะสลักรูปนูน ลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ เป็นการแกะสลักเนื้อวัสดุนูนขึ้นจากพื้น หรือการแกะสลักพื้นให้ต่ำลงโดยตัวลายนูนสูงขึ้นมา เช่น การแกะสลักเครือเถา เป็นต้น

2.2.3.3 ลักษณะของการแกะสลักรูปลอยตัว เป็นการแกะสลักที่สามารถมองเห็นได้โดยรอบทุกด้าน เช่น การแกะสลักรูปสัตว์ต่างๆ

2.2.3.4 ในการคิดแบบแกะสลักใหม่ๆ นั้น ไม่สามารถที่จะแยกออกจากกันได้เป็นเอกเทศเฉพาะลักษณะนั้นๆ แต่สามารถนำเอาลักษณะแต่ละชนิดมาผสมผสานกัน (จอมขวัญ, 2547)

## 2.3 สีผสมอาหาร

2.3.1 นิยาม

สีผสมอาหาร หมายถึง วัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ที่ผสมในอาหาร เพื่อเป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภค และทำให้สีของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสีธรรมชาติแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นเพื่อให้อาหารที่ผลิตออกมามีสีคงที่ตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ เพื่อมิให้ผู้ซื้อเกิดความเข้าใจผิดในเรื่องคุณภาพของอาหารที่ผลิตขึ้นมา (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.)

2.3.2 ประเภทของสีผสมอาหาร

2.3.2.1 สีธรรมชาติ ได้แก่ สีที่ได้จากการสกัดจากวัตถุดิบธรรมชาติ ซึ่งมีรงควัตถุเป็นส่วนประกอบของเซลล์พืช หรือสัตว์ เช่น

2.3.2.1.1 แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุที่พบมากในดอกอัญชัน องุ่น กระเจี๊ยบแดง เป็นต้น เป็นสีที่สามารถละลายได้ในน้ำ มีสีแดงที่มีความเป็นกรด-เบสต่ำ และเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเมื่อความเป็นกรด-เบสสูง

2.3.2.1.2 แคโรทีนอยด์ เป็นรงควัตถุที่มีสีเหลืองจนถึงแดง ละลายได้ในไขมัน พบมากในมะเขือเทศและแครอท เป็นต้น สีในกลุ่มนี้ที่นิยมใช้ในสีผสมอาหาร ได้แก่ บีตา-แคโรทีน, บีตา-อะโป-8-แคโรทีแนล และแคนทาแซนทิน สีในกลุ่มนี้จะค่อนข้างคงตัว

2.3.2.1.3 คลอโรฟิลล์ เป็นรงควัถตุที่มีสีเขียว พบในพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของใบ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี ได้แก่ แสง อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ได้รับความร้อน

2.3.2.1.4 คาราเมล เป็นรงควัตถุทีมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ ละลายในน้ำได้ดี

2.3.2.2 สีสังเคราะห์ หมายถึง สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งมีลักษณะถูกต้องตามข้อกำหนดและ ปลอดภัยต่อการบริโภค สีสังเคราะห์มีราคาถูกกว่า ให้สีสดและสม่ำเสมอกว่าและให้สีในช่วงที่กว้างกว่า นอกจากนี้ยังมีขายทั้งในรูปแม่สี และสีผสมในรูปผง สารละลาย และสารละลายแขวนลอย ซึ่งสะดวกต่อการเลือกใช้กับอาหารชนิดต่าง ๆ ดังนั้น ผู้ใช้จึงนิยมใช้สีสังเคราะห์มากกว่าสีธรรมชาติ ถึงแม้ว่าสีธรรมชาติจะปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่าก็ตาม (กิติมา, 2549)

## 2.4 สารเคลือบ

2.4.1 นิยาม

สารเคลือบ หมายถึง วัสดุแผ่นบางที่บริโภคได้ สามารถนำมาใช้กับอาหารโดยการนำมาเคลือบผิวของอาหารโดยตรงหรือเตรียมแผ่นฟิล์มขึ้นมาก่อน (pre-formed) แล้วจึงนำมาวางบนอาหารหรือวางระหว่างส่วนประกอบของอาหาร เพื่อช่วยป้องกันการถ่ายเทไอน้ำ แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กลิ่น และไขมัน ทั้งยังทำหน้าที่เก็บสารเติมแต่งอาหาร เช่น วัตถุกันเสีย สารช่วยรักษากลิ่นรส เป็นต้น (Park, 1999)

2.4.2 ประโยชน์ของสารเคลือบ

2.4.2.1 ลดการสูญเสียน้ำ

2.4.2.2 ลดการคายก๊าซ

2.4.2.3 ปรับปรุงลักษณะผิวเนื้อให้ดูน่ารับประทาน เช่น การเคลือบผิวแอปเปิ้ลให้มีความมันวาว หรือ การเคลือบผิวส้มให้ผิวดูเรียบเงา น่ารับประทาน

2.4.2.4 พยุงโครงสร้างของผลไม้ที่มีลักษณะปริแตกง่ายให้คงรูป

2.4.2.5 ลดการอัตราการหายใจ และการสูญเสียความชุ่มชื้นของผลไม้

2.4.2.6 ลดการสูญเสียสารสำคัญ ทั้งวิตามิน และแร่ธาตุที่มีในผลไม้

2.4.2.7 ช่วยรักษาคุณภาพ กลิ่น สี รส อันเป็นเอกลักษณ์ของผลไม้ชนิดนั้นๆ ให้คงอยู่

2.4.2.8 เป็นการป้องกันเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย เพื่อให้สามารถยืดอายุการเก็บผลไม้ไว้ได้นานขึ้น (โสรญา, 2557)

2.4.3 ประเภทของสารเคลือบ

2.4.3.1 สารเคลือบที่สามารถกินไม่ได้ คือ แวกซ์ ให้ความเงางามสว่างตา จะประกอบด้วยสารเทเซอร์ซีซีพีแซลแล็กผสมกับออกซิไดซ์เอธีลีนสำหรับเคลือบผิวทาให้ผิวมันและลดการระเหยและลดการหายใจของผลไม้ซึ่งเป็นสารเคลือบเงาราคาประหยัดที่สุด

2.4.3.2 สารเคลือบที่สามารถกินได้ ให้ความเงางามน้อยกว่าชนิดแรก แต่ยืดอายุคุณภาพผลไม้ได้ยาวนานกว่า ได้แก่ กัสเทคซีสเปรย์ นิยมใช้กับผลไม้ประเภท แอปเปิ้ล แพร์ พลับ มะเขือเทศ ผู้ปริโภคสามารถรับประทานได้ทั้งเปลือกไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย (สารินคลินิก, 2549) สารเคลือบบริโภคได้ สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบหลายประเภท ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ โปรตีน และลิพิด ซึ่งไฮโดรคอลลอยด์ เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง สามารถนำมาผลิตเป็นฟิล์มและสารเคลือบบริโภคได้ เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์มีสมบัติในการขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ดี (film-forming properties) ตัวอย่างของสารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ เป็นต้น

2.4.3.2.1 แซนแทนกัม

2.4.3.2.1.1 นิยาม คือ เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ ชนิดหนึ่งใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร แซนแทนกัม สกัดได้จากเมือก ที่สร้างโดยแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* ซึ่งมักพบในกะหล่ำปลีกระหล่ำดอกโมเลกุลของแซนแทนกัม เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ ประเภท heteropolysaccharide ที่เป็นสายพอลิเมอร์ของ β-D-glucose มีโครงสร้างคล้ายกับเซลลูโลส แต่ทุกๆ 2 โมเลกุลของกลูโคส เชื่อมต่อกับกิ่งของ trisaccharide ที่เกิดจากน้ำตาลแมนโนส 2 โมเลกุล และกรดกลูคูโรนิก 1 โมเลกุล โมเลกุลของแมนโนสที่อยู่ติดกับสายหลักมีเอสเทอร์ของกรดแอซีติกที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 และแมนโนสที่ตำแหน่งปลายของ trisaccharide มีกรดไพรูวิกเชื่อมต่ออยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 4 และ 6 (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.)

**ภาพที่ 2.2** แซนแทนกัม
**ที่มา:** พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.

2.4.3.2.1.2 ประโยชน์ ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืดเพิ่มความคงตัวและทำให้อนุภาคแขวนลอยได้ดี เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับไอศกรีม ถ้านำ xanthan gum มาผสมกับ locust bean gum จะนิยมนำมาใช้กับอาหารประเภท ขนมหวาน ซอสมะเขือเทศสำหรับ พิซซ่า ไส้ขนมอบ และไส้พาย เป็นต้น นอกจากนั้นยังผสมกับทั้ง locust bean gum และ guar gum ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ความข้นหนืดและคุณสมบัติเฉพาะตามความต้องการสำหรับอาหารชนิดหนึ่ง ๆ เช่น ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภท frozen desserts, pasteurized, pasteurized process cheese spread, cottage cheese, salad dressing , sour cream และ fruit syrups เป็นต้น

2.4.3.2.2 เจลาติน

2.4.3.2.2.1 นิยาม เป็นไฮโดรคอลลอยด์ ซึ่งเป็นโปรตีน ที่ได้จากการเสียสภาพธรรมชาติและสกัดได้จากคอลลาเจนซึ่งเป็นโปรตีนธรรมชาติที่มีอยู่ใน กระดูก หนังสัตว์ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ของสัตว์ เช่น ควาย หมู วัว โดยใช้ความร้อน กรด หรือ ด่าง เพื่อย่อย หรือสลายให้โมเลกุลของคอลลาเจนเล็กลง เปลี่ยนเป็นเจลาติน ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่น ชิ้น เกร็ด หรือผงสีเหลืองอ่อน หรือสีเหลืองอำพัน ละลายได้ในน้ำร้อนไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะอ่อนนุ่ม พองตัว และอุ้มน้ำได้ 5-10 เท่าของน้ำหนักเดิม ละลายได้ในกรดแอซีติก ไม่ละลายในอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และ เอทานอล 98 เปอร์เซ็นต์ (ชมรมคุ้มครองผู้บริโภคด้านฮาลาล, 2551)

**ภาพที่ 2.3** เจลาติน
**ที่มา:** ชมรมคุ้มครองผู้บริโภคด้านฮาลาล, 2551

2.4.3.2.2.2 ประโยชน์ เจลาติน เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพชนิดซึ่งได้รับความนิยมและเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น อุตสาหกรรมอาหาร เภสัชกรรม เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมภาพถ่าย ทั้งนี้สืบเนื่องจากสมบัติที่โดดเด่นของ เจลาติน สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร มีการนำเจลาตินมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ขนมขบเคี้ยว ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยในแต่ละผลิตภัณฑ์ต้องการสมบัติที่แตกต่างกันซึ่งมีอยู่ในเจลาติน มีการใช้เจลาตินในผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเจลหรือใช้เพื่อเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าเจลาตินสามารถลดปัญหาการไหลเยิ้มของน้ำออกจากตัวผลิตภัณฑ์ในผลิตภัณฑ์เจลขึ้นรูปบางชนิดได้ เจลาตินที่สามารถเกิดเจลในอุณหภูมิต่ำ สามารถใช้กับอาหารได้อย่างหลากหลาย ตัวอย่างเช่น สารเก็บกักกลิ่น และเก็บกักตามินซี ซึ่งไวต่อการเสื่อมเสีย อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้เจลาตินในอาหารนั้นมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในอุตสาหกรรมยาใช้เจลาตินสำหรับเป็นตัวนำส่งยา การผ่าตัด การปลูกถ่ายเนื้อเยื่อ การสมานแผล และการนำเจลาตินมาใช้เป็นแคปซูลยาทั้งชนิดอ่อนและชนิดแข็ง เป็นต้น เนื่องด้วยเจลาตินมีแคลอรี่ต่ำ ดังนั้นจึงมักจะถูกแนะนำให้ใช้เป็นส่วนประกอบอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับผู้บริโภคโดยเฉพาะในผู้บริโภคที่ต้องการสร้างกล้ามเนื้อให้กับร่างกาย นอกจากนั้น เจลาตินยังถูกใช้เป็นส่วนประกอบอาหารเพื่อทดแทนปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารควบคุมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานอีกด้วย

2.4.3.2.3 อาการ์

2.4.3.2.3.1 นิยาม เป็นสารประกอบของน้ำตาลหลายโมเลกุล (polysaccharide) 2 กลุ่มคือ เอกาโรส และเอกาโรเพกติน ซึ่งสกัดได้จากสาหร่ายทะเลให้วุ้นเป็นสาหร่ายสีแดงในดิวิชั่นโรโดไฟต้า (division rhodophyta) สาหร่ายสกุลที่นิยมใช้เป็นหลักในการสกัดโดยใช้สกุล ceramium, campylae-phora และ ahnfeltia เป็นตัวเสริมนอกจากสาหร่ายในสกุลดังกล่าวแล้ว ยังมีอีกหลายสกุลที่มีความสำคัญในเชิงอุตสาหกรรม เนื่องจากมีการกระจายอยู่ตามชายฝั่งทะเลของประเทศต่างๆ ในเขตศูนย์สูตร และเขตอบอุ่น (อาภารัตน์, 2553)

**ภาพที่ 2.4** อาการ์
**ที่มา:** อาภารัตน์, 2553

2.4.3.2.3.2 ประโยชน์ วุ้นมีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถแข็งตัวได้ เมื่อใช้ในระดับความเข้มข้นเพียง ร้อยละ 0.5 ทำให้มีการนำวุ้นไปใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมอาหาร โดยเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์นม ขนมปัง และอาหารกระป๋อง เพื่อให้อาหารมีความเหนียวข้นน่ารับประทานและในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น เครื่องสำอาง เครื่องหนัง และสิ่งทอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์ โดยใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ใช้เป็นส่วนประกอบของยาระบายให้เป็นทันตวัสดุ และใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นต้น (อาภารัตน์, 2553)

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการทดลอง

## 3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 หัวไชเท้า จากตลาดเทเวศน์ แขวง วชิรพยาบาล เขต ดุสิต กรุงเทพมหานคร

3.1.2 แคลเซียมคลอไรด์ จากร้านเคมีภัณฑ์ ซอย นวมินทร์ 74 แยก 3-7-2 แขวง รามอินทรา เขต คันนายาว กรุงเทพมหานคร

3.1.3 เพอร์ออกซีแอซิติก จากบริษัท อดิตยา เบอร์ล่า เคมีคัลส์ฟอสเฟส ดีวิชั่น จำกัด 77 หมู่ 6 ซอย สุขาภิบาล 1 ถนนปู่เจ้าสมิงพราย ตำบลสำโรงใต้ อำเภอพระประแดง จังหวัด สมุทรปราการ

3.1.4 แซนแทนกัม จากร้านเคมีภัณฑ์ ซอย นวมินทร์ 74 แยก 3-7-2 แขวง รามอินทรา เขต คันนายาว กรุงเทพมหานคร

3.1.5 เอธิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จากร้านเคมีภัณฑ์ ซอย นวมินทร์ 74 แยก 3-7-2 แขวง รามอินทรา เขต คันนายาว กรุงเทพมหานคร

3.1.6 น้ำกลั่น จากร้านเคมีภัณฑ์ ซอย นวมินทร์ 74 แยก 3-7-2 แขวง รามอินทรา เขต คันนายาว กรุงเทพมหานคร

3.1.7 อาการ์ ยี่ห้อ โทรศัพท์

3.1.8 เจลาติน ยี่ห้อ แม็กการ์เร็ต

3.1.9 สีผสมอาหารสีชมพูและสีฟ้า ยี่ห้อ ดาว

## 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

3.2.1.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น Quintix

3.2.1.2 ตู้เย็น ยี่ห้อ Sharp รุ่น SJ-F70RV-SL

3.2.1.3 เครื่องกวนสาร (Hot plate) ยี่ห้อ Schott

3.2.1.4 เทอร์โมมิเตอร์ ยี่ห้อ Sangi GT200 Series

3.2.1.5 บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร, ขนาด 500 มิลลิลิตร และ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

3.2.1.6 ถุงมือยาง ยี่ห้อ 3M

3.2.1.7 นาฬิกาจับเวลา

3.2.1.8 แท่งแก้วคนสาร

3.2.1.9 มีดแกะสลัก

3.2.1.10 เครื่องครัว

3.2.1.11 กล่องโฟม ขนาด 45×60×30 เซนติเมตร

3.2.1.12 ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสและด้านหลังทึบ ขนาด 5×7 นิ้ว

3.2.1.13 กล่องพลาสติกใสแบบฝาปิด ขนาด 3×3×6 เซนติเมตร

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.2.2.1 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่นCM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.70.0001 Japan

3.2.2.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น Quintix Germany

3.2.2.3 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ TAXA2i รุ่น Stable Micro Syste

3.2.2.4 เครื่องหั่นสไลด์ ยี่ห้อ Omas รุ่น GL 300 Italy

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.2.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

3.2.3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน ยี่ห้อ Sanyo รุ่น Lado Autoclave

3.2.3.3 ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ยี่ห้อ Binder รุ่น BD 115

3.2.3.4 ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Heal Force รุ่น A2

3.2.3.5 เครื่องตีตัวอย่าง (Stomacher) ยี่ห้อ Seward รุ่น 400 Circulater

3.2.3.6 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง ยี่ห้อ Hermony รุ่น VTX-3000L

3.2.3.7 จานเพาะเชื้อ

3.2.3.8 ที่เขี่ยเชื้อ

3.2.3.9 ปิเปตต์

3.2.3.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์

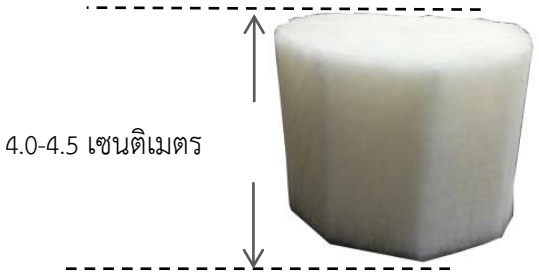
3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล

เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมทางสถิติ

## 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

หัวไชเท้าที่นำมาใช้เป็นหัวไชเท้า (*Raphanus sativus* Linn.) พันธุ์ญี่ปุ่น มีลักษณะดอกเป็นสีขาว หัวเป็นสีขาว ใบเป็นสีเขียวหยัก จากตลาดเทเวศน์ ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ล้าง หัวไชเท้าด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำมาปอกเปลือกให้เหลือแต่เนื้อสีขาว แล้วตัดเป็นท่อน ความยาวขนาด 4.0-4.5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3.1 เกลาหัวไชเท้าด้วยมีดแกะสลัก เพื่อลบเหลี่ยมที่เกิดจากการตัดให้มีลักษณะโค้งมน ดังภาพที่ 3.2 จากนั้นแกะสลักต่อให้เป็นรูปดอกกุหลาบ




**ภาพที่ 3.1** หัวไชเท้าที่ตัดแบ่งเป็นท่อน

**ภาพที่ 3.2** หัวไชเท้าที่เกลาเพื่อลบเหลี่ยม

3.3.2 การเตรียมสารละลาย

3.3.2.1 เพอร์ออกซีแอซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 0.08 โดยการตวงเพอร์ออกซีแอซิติก 16 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร แล้วคนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (จอมขวัญ และนิธิยา, 2556)

3.3.2.2 เกลือแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยการชั่งเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 15 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร แล้วคนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (จอมขวัญ และนิธิยา, 2556)

3.3.2.3 ความเข้มข้นของสีย้อม ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 โดยการนำสีผสมอาหารที่มีระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มาเจือจางโดยตวงสารละลายสี 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 180 มิลลิลิตร

3.3.2.4 ความเข้มข้นของสีย้อม ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 โดยการนำสีผสมอาหารที่มีระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มาเจือจางโดยตวงสารละลายสี 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 180 มิลลิลิตร

3.3.2.5 ความเข้มข้นของอาการ์ โดยการชั่งอาการ์ 5 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ละลายในน้ำอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส คนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3.3.2.6 ความเข้มข้นของเจลาติน โดยการชั่งเจลาติน 5 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ละลายในน้ำอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3.3.2.7 ความเข้มข้นของแซนแทนกัม โดยการชั่งแซนแทนกัม 5 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ละลายในน้ำอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3.3.3 ศึกษาระดับสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลัก

เลือกชนิดของผักและผลไม้เพื่อนำมาแกะสลักนั้นนิยมใช้ผักและผลไม้ที่มีสีตามธรรมชาติ มักมีสีค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการเลือกใช้ผักและผลไม้ที่มีสีขาวมาแกะสลักแล้วย้อมสีด้วยสีผสมอาหารซึ่งมีสีต่างๆ ให้เลือกมากมายจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ได้ผักและผลไม้แกะสลักและไม่แกะสลักมีสีสันมากขึ้น ในแผนงานพิเศษนี้จะศึกษาดัดแปลงโดยการใช้แบบสอบถามที่แสดงภาพระดับความเข้มข้นของสีย้อมผักและผลไม้แกะสลัก จำนวน 6 สี ที่ 5 ระดับความเข้มข้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านงานแกะสลักจำนวน 3 ท่านทำการคัดเลือกสี จากจำนวนสีทั้งหมด ดังภาพที่ 3.3

**ภาพที่ 3.3** ภาพแสดงหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีจำนวน 6 สี 5 ระดับความเข้มข้น
**ที่มา :** จอมขวัญ และนิธิยา, 2556

3.3.4 ศึกษาชนิดของสารเคลือบหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

นำหัวไชเท้าแกะสลักแช่สารเคลือบ 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ ที่เตรียมไว้เป็นเวลา 2 นาที แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลแบบละเอียด เพื่อบันทึกน้ำหนักเริ่มต้นก่อนบรรจุ และทำการบรรจุในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทและใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสด้านหลัง ทึบ 1 ชิ้น ต่อ 1 ถุง จากนั้นปิดผนึกให้สนิทแล้วนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และอายุการเก็บรักษา ดังนี้

3.3.4.1 การคำนวณหาร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก โดยการชั่งน้ำหนักหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี 2 สี สีละ 2 ระดับ ความเข้มข้น บรรจุในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทและใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์แล้วตรวจสอบในวันที่ 0 1 3 4 5 6 และ 7 ของการเก็บรักษา ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น Quintix Germany แล้วคำนวณร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสด โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักในวันที่วิเคราะห์})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3.3.4.2 การวัดความแน่นเนื้อ โดยการหั่นหัวไชเท้าที่ปอกเปลือกแล้วมาตัดตามแนวขวาง (แนวแกน x) ให้มีความหนา 1 เซนติเมตรโดยใช้เครื่องสไลด์ แต่ละชิ้นตัดแบ่งเป็น 4 ชิ้นย่อย ไปวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยวัดค่าแรงเป็นหน่วยนิวตัน (N) ด้วยหัวเจาะทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6N) โดยตั้งค่าดังนี้ pre-test =1 mm/sec, test speed = 2 mm/sec, post-test speed =10 mm/sec และ distance = 10 mm.
(จอมขวัญ และนิธิยา, 2556) ดังภาพที่ 3.5

**ภาพที่ 3.4** การวัดความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

3.3.4.3 การวัดค่าสี โดยการนำหัวไชเท้าแกะสลักจุ่มสีย้อมเป็นเวลา 5 นาที วางบนตะแกรงเหล็กให้สะเด็ดน้ำ นำแต่ละตัวอย่างวางบนในหลอดแก้ว จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าสีโดยการใช้เครื่อง spectrophotometer แล้วทำการบันทึกค่าที่ได้ของแต่ละตัวอย่าง

3.3.4.4 การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีการ Pour Plate การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ total plate count agar โดยชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างที่เจือจางในระดับต่างๆ ที่เหมาะสมปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงตรงกลางของจานเพาะเชื้อ โดยทำระดับความเจือจางละ 3 จานเพาะเชื้อ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 9 จานเพาะเชื้อ แล้วทำการเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงไปในจานเพาะเชื้อ (โดยอุณหภูมิของอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 48-50 องศาเซลเซียส) ผสมอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันและให้เกิดการกระจายอย่างสม่ำเสมอด้วยการหมุนจานเพาะเชื้อตั้งทิ้งไว้จนวุ้นแข็งตัว แล้วจึงกลับจานเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่ติดบนฝาจานหยดลงมาบนวุ้น บ่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์บนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 30-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้ง 9 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในหน่วยโคโลนีต่อชิ้นหัวไชเท้าที่แกะสลัก (จอมขวัญ และนิธิยา, 2556)

3.3.4.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยการนำหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีบรรจุในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิดสนิทและใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ ทำการตรวจสอบอายุการเก็บรักษาโดยนำตัวอย่างหัวไชเท้าแกะสลักโดยการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพตามข้อ 3.3.4.1 - 3.3.4.3 และตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามข้อ 3.3.4.4 เพื่อเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

## 3.4 สถานที่ในการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ห้องปฏิบัติการ 521, 523 และ 622 ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4.2 ห้องครัว ชั้น 4 อาคารเรือนปัญญา ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

## 3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

ตุลาคม พ.ศ 2558 – พฤษภาคม พ.ศ 2559

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง และอภิปรายผล

## 4.1 ผลการเตรียมวัตถุดิบ

จากการแกะสลักหัวไชเท้าจะมีลักษณะคล้ายดอกกุหลาบมีกลีบดอกซ้อนทับไปมา 4-5 ชั้น เนื้อสัมผัสแข็ง เนื้อสีขาว บริเวณกลีบดอกสามารถมองเห็นการซึมของสีได้ชัดเจน ดังภาพที่ 4.1 ทั้งนี้ดอกกุหลาบมักมีความเป็นสากลในการตกแต่งจานอาหาร เพื่อเพิ่มความสวยงามแก่จานอาหาร และทำให้เกิดความรู้สึกอยากรับประทานอาหารมากขึ้น (แสงอรุณ, 2552)

**ภาพที่ 4.1** หัวไชเท้าแกะสลักเป็นรูปดอกกุหลาบ

## 4.2 ผลการเตรียมสารละลาย

4.2.1 ผลการเตรียมเพอร์ออกซีแอซิติก

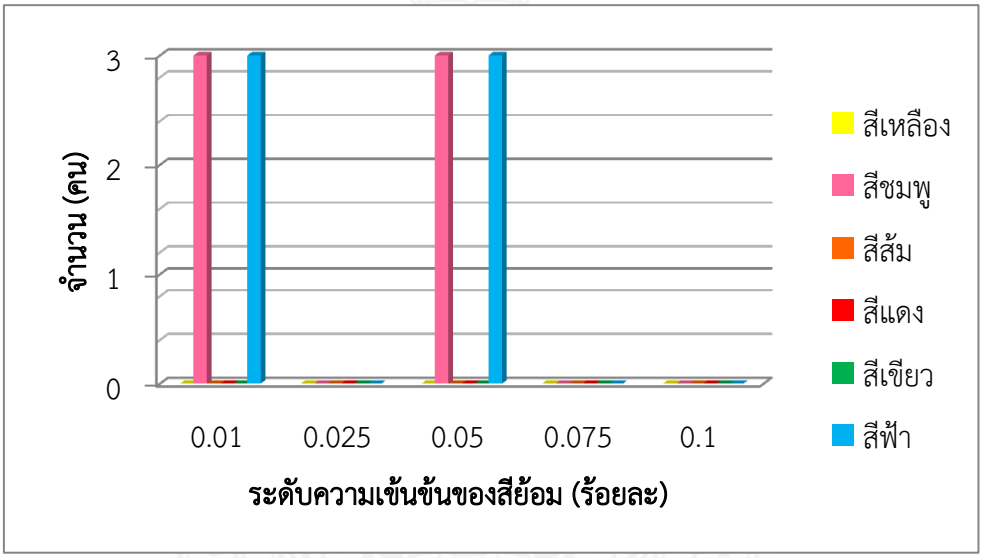
ประสิทธิภาพของสารละลายเพอร์ออกซีแอซิติก ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุด คือ ความเข้มข้นร้อยละ 0.08 พบว่า สารละลายเพอร์ออกซีแอซิติกส่งผลให้หัวไชเท้าแกะสลักมีค่า pH ลดลงอยู่ในระดับ 4.6 ซึ่ง pH ในระดับนี้ มีสภาวะความเป็นกรด สามารถช่วยลดการเจริญเติบโตของจำนวนจุลินทรีย์ในหัวไชเท้าแกะสลักได้ (จอมขวัญ และนิธิยา, 2556) การแช่หัวไชเท้าในเพอร์ออกซีแอซิติกจะช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของหัวไชเท้า ทำให้เซลล์เยื่อเลือกผ่านบางตัวเกิดความเสียหาย ทำให้การซึมผ่านของสีย้อมเข้าในหัวไชเท้าแกะสลักเกิดการซึมของสีได้ดี การแพร่ของ สีย้อมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่มีอนุภาคของน้ำมากไปสู่บริเวณที่มีอนุภาคของน้ำน้อยกว่าเรียกว่า ออสโมซิส (ยุวพรรณ, 2553)

4.2.2 ผลการเตรียมแคลเซียมคลอไรด์

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ สามารถช่วยปรับปรุงความกรอบของเนื้อผลไม้ภายหลังการตัดแต่งได้ ดังนั้นสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เป็นความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยจะช่วยให้เนื้อเยื่อของผลไม้มีความแข็งแรง และทนต่อการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่การหลั่งออกมาจากเนื้อเยื่อที่เสียหายจากการตัดแต่ง (จอมขวัญ และนิธิยา, 2556) นอกจากนี้แคลเซียมเป็นองค์ประกอบของสารเพกตินในบริเวณผนังเซลล์ ช่วยลดอัตราการหายใจและการสร้างเอทีลีน (จริงแท้, 2549)

## 4.3 ผลการศึกษาระดับสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลัก

จากข้อมูลทางสถิติ เพื่อสรุปการเลือกสีย้อม พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้การยอมรับสีย้อมที่มีสีชมพูและสีฟ้า และเลือกความเข้มข้นของสีย้อมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 แสดงผลดังแผนภูมิที่ 4.1




**แผนภูมิที่ 4.1** ความถี่ของสีย้อมและระดับความเข้มข้นในการย้อมสีหัวไชเท้าแกะสลักของผู้เชี่ยวชาญ

จากการเลือกสีย้อมโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า สีย้อมสีฟ้า และ สีชมพู สามารถเพิ่มสีสันและความสวยงามให้กับหัวไชเท้าแกะสลัก เนื่องจากสีฟ้าเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็น เป็นอิสระ ปลอดโปร่ง สบาย ปลอดภัย ใจเย็น และระงับความกระวนกระวายในใจได้ดี และสีชมพู เป็นสีที่มีลักษณะปลอบประโลมให้จิตใจและความรู้สึกต่างๆสงบลงในขณะเดียวกันก็ให้ความรู้สึกของการมีน้ำใจดี จิตใจกว้างขวาง อบอุ่นและทะนุถนอม อีกทั้งการตกแต่งอาหารด้วยสีสามารถช่วยในการบำบัดโรคได้ นักจิตวิทยาเชื่อว่าสีมีความสัมพันธ์กับร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ การทำให้ผู้บริโภคเกิดรู้สึกชื่นชม ที่ได้สัมผัสสีจากอาหาร และอยากจะลิ้มลองในรสชาติของอาหาร เช่น สีแดง สีส้ม สีเหลือง สีม่วง ให้ความรู้สึกที่ต่างจากสีโทนเย็นเช่นสีขาว สีเขียว สีฟ้า สีชมพู เป็นต้น สีโทนร้อนหรือสีโทนเย็นจะไปกระตุ้นต่อมไพเนียล (บรรจบ, 2549) และในความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 นั้นสามารถ

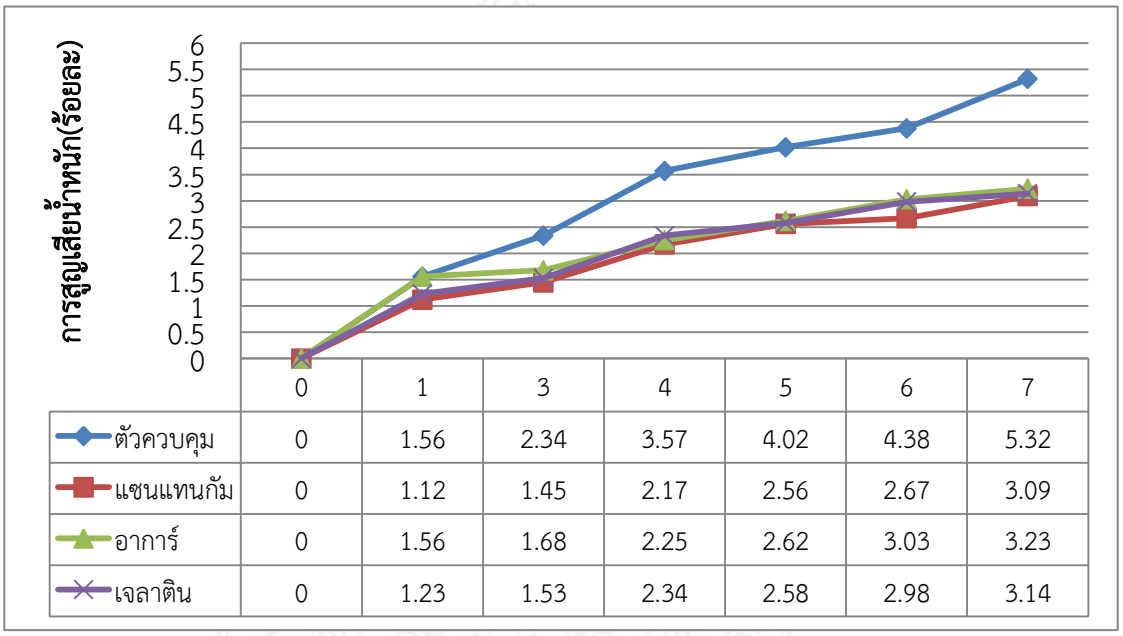
ทำให้ผู้ที่มองเห็นนั้นมีความรู้สึกอยากอาหารที่ดีที่สุด และยังเป็นสีที่ไม่สามารถหาได้ในผักผลไม้ตามธรรมชาติอีกด้วย (สุภวรรณ, ม.ป.ป.) ซึ่งการซึมผ่านของสีย้อมเข้าในหัวไชเท้าแกะสลักเกิดการซึมของสีได้ดี การแพร่ของสีย้อมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่มีอนุภาคของน้ำมากไปสู่บริเวณที่มีอนุภาคของน้ำน้อยกว่าเรียกว่า ออสโมซิส และแคลเซียมคลอไรด์เพิ่มความแน่นเนื้อและความกรอบทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี (ยุพวรรณ, 2553)

## 4.4 ผลการศึกษาชนิดของสารเคลือบหัวไชเท้าแกะสลัก

จากการศึกษาชนิดของสารเคลือบหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี โดยนำหัวไชเท้าแกะสลักที่ผ่านการแช่สารละลาย ย้อมสี และแช่สารเคลือบ มาศึกษา พบว่า สารเคลือบ ทั้ง 3 ชนิด คือ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ มีผลทำให้ผิวของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีดูเรียบและมีความมันเงา เนื่องด้วยสารเคลือบผลิตมาจาก ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากพืช สัตว์ จุลินทรีย์ รวมถึงโพลิเมอร์ดัดแปรจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์พอลิแซคคาไรด์ สามารถนำมาใช้ผลิตฟิล์ม หรือสารเคลือบบริโภคได้ เมื่อละลายน้ำจะให้ความหนืด เกิดเจล ลักษณะสีขาว มีความคงตัว (Saha and Bhattacharya, 2010) และสารคลือบยังสามารถชะลออัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำ เพราะการสูญเสียน้ำทำให้น้ำหนักของผลลดลง และทำให้พื้นผิวของผลเหี่ยวย่นลง (สังคม, 2552) นอกจากนี้การที่หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีมีปริมาณน้ำในเซลล์ลดลง มีผลทำให้จุลินทรีย์ Bacillus, Clostridium และ Erwinia จะสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสลายเพกทิน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรต ที่มีโครงสร้างซับซ้อน จึงทำให้ผัก ผลไม้ เกิดการเสียหายและเน่าเสียได้ แต่จุลินทรีย์จำพวกเชื้อรา ได้แก่ Fusarium, Penicillium, Rhizopus, และ Geotricum ก็ทำให้เกิดการเน่าเสีย มีสี กลิ่น ที่ผิดปกติ แต่ราจะเจริญได้ช้ากว่าแบคทีเรียและราสามารถทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ดี (สุดสาย, 2555) แต่สารเคลือบยัง สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ (Debeaufort, et al., 1998)

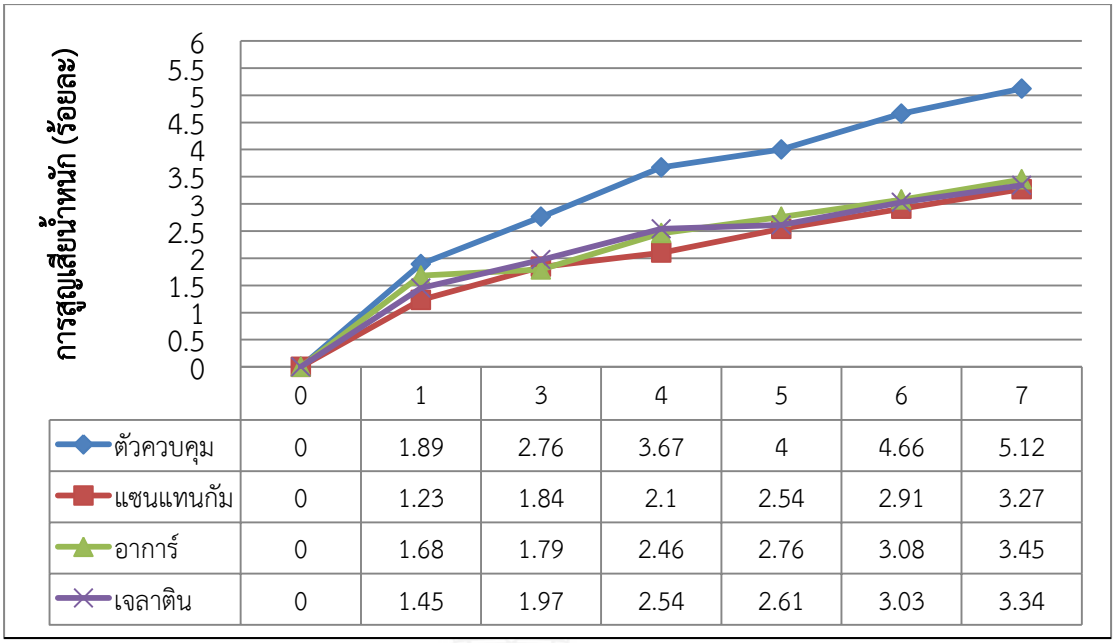
4.4.1 ผลการคำนวณหาร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

ในแต่ละการทดลองได้นำหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า สีชมพู ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 จากนั้นทำการแช่สารเคลือบ 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักของผักผลไม้ตัดแต่ง เป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่ง เนื่องจากเนื้อเยื่อของพืชเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณภาพไป เพราะเกิดการที่พืชโดนตัดแต่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจนกว่าผักสดตัดแต่ง การเปลี่ยนแปลงของผลไม้สดตัดแต่งที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ที่ผิวของผักผลไม้ การสูญเสียน้ำหนักและสูญเสียความกรอบไปอย่างรวดเร็ว (Soliva-Fortuny and Marthin-Belloso, 2003) ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส แสดงการสูญเสียน้ำหนักหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ดังภาพที่ 4.2 และ 4.3 และหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ดังภาพที่ 4.4 และ 4.5




| | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ตัวควบคุม | 0 | 1.56 | 2.34 | 3.57 | 4.02 | 4.38 | 5.32 |
| แซนแทนกัม | 0 | 1.12 | 1.45 | 2.17 | 2.56 | 2.67 | 3.09 |
| อาการ์ | 0 | 1.56 | 1.68 | 2.25 | 2.62 | 3.03 | 3.23 |
| เจลาติน | 0 | 1.23 | 1.53 | 2.34 | 2.58 | 2.98 | 3.14 |

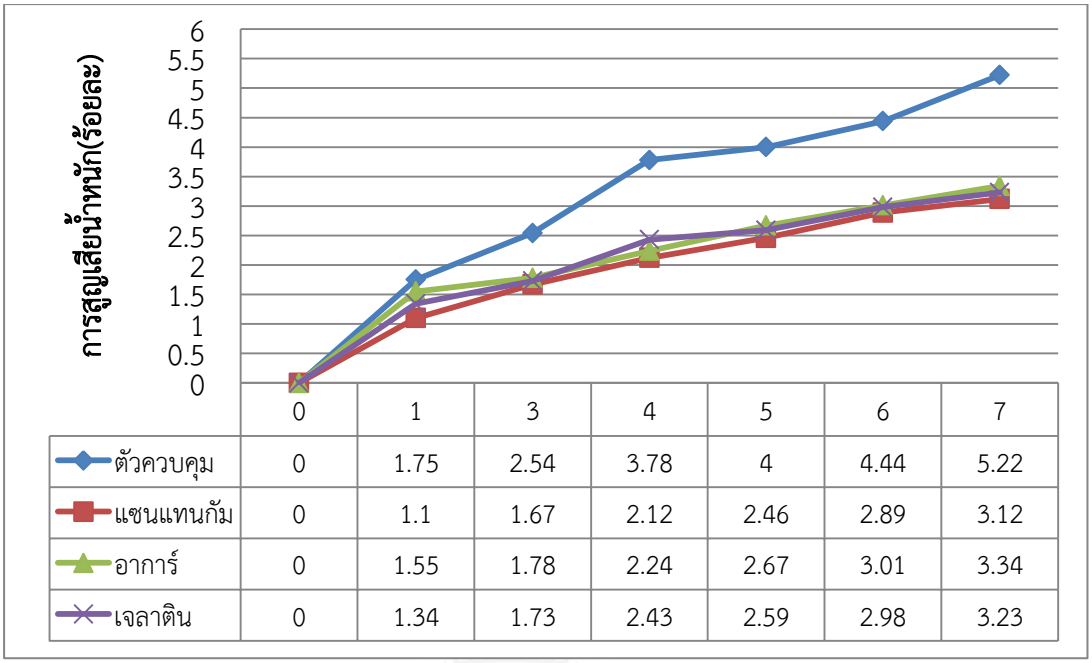
**ภาพที่ 4.2** ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส




| | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ตัวควบคุม | 0 | 1.89 | 2.76 | 3.67 | 4 | 4.66 | 5.12 |
| แซนแทนกัม | 0 | 1.23 | 1.84 | 2.1 | 2.54 | 2.91 | 3.27 |
| อาการ์ | 0 | 1.68 | 1.79 | 2.46 | 2.76 | 3.08 | 3.45 |
| เจลาติน | 0 | 1.45 | 1.97 | 2.54 | 2.61 | 3.03 | 3.34 |

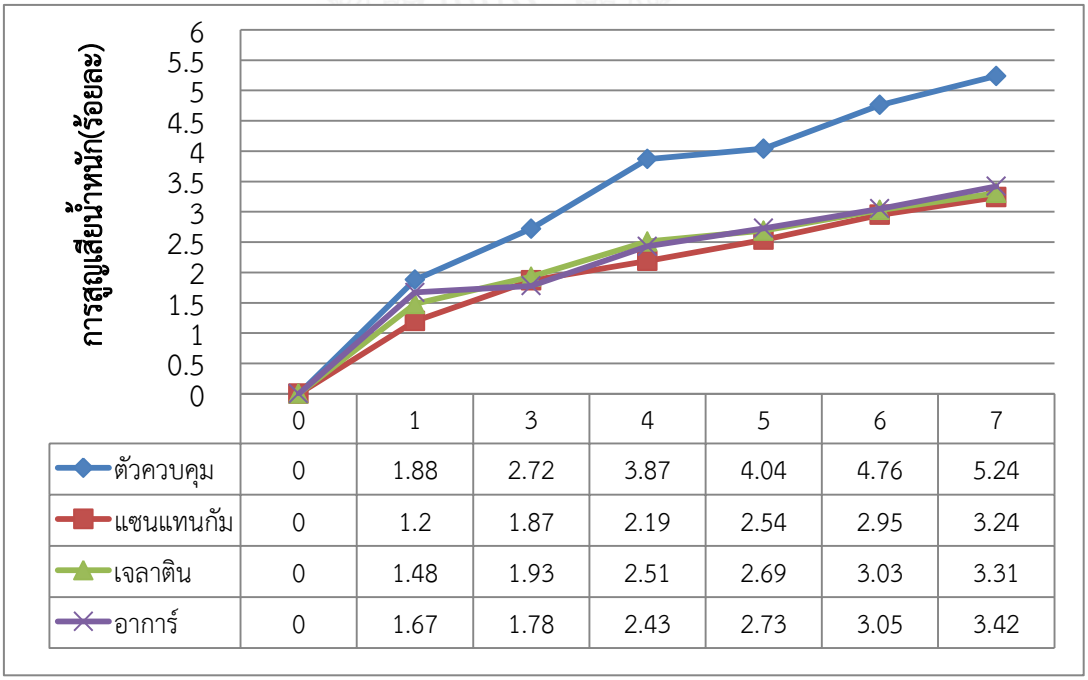
**ภาพที่ 4.3** ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ 2 ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ0.05 มีแนวโน้นการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยหัวไชเท้าแกะสลักที่เคลือบสารแซนแทนกัม จะสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างช้ากว่าหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่เคลือบด้วยเจลาติน และอาการ์ โดยหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 เคลือบสารแซนแทนกัมสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.12 และ 3.24 ในขณะที่หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเคลือบเจลาตินสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.23 และ 3.31 หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเคลือบอาการ์สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.34 และ 3.42 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่ได้ไม่เคลือบสารจะสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างสูง เนื่องจากคุณสมบัติของสารเคลือบผิวสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำได้ ดังนั้นสารเคลือบแซนแทนกัมมีประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักดีกว่าสารเคลือบเจลาตินและอาการ์ เนื่องจาก แซนแทนกัมมีโครงสร้างเป็น heteropolysaccahride มีความหนืดสูง ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ มีความคงตัวสูงต่อความร้อนและ pH เป็นสารเคลือบสามารถลดการสูญเสียน้ำและการดูดซึมน้ำ (Akdeniz, Sahin & Sumnu, 2006) สอดคล้องกับรายงานของ (อรุณศิริ, 2550) พบว่าการเคลือบผิวส้มโดยใช้สารแซนแทนกัม มีอิทธิพลต่อความหนืดส่งผลให้การเกาะติดผิวและป้องกันการระเหยของน้ำได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับสารละลายเซลแลค สารละลายไคโตซาน และซูโครสเอสเทอร์




| | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ตัวควบคุม | 0 | 1.75 | 2.54 | 3.78 | 4 | 4.44 | 5.22 |
| แซนแทนกัม | 0 | 1.1 | 1.67 | 2.12 | 2.46 | 2.89 | 3.12 |
| อาการ์ | 0 | 1.55 | 1.78 | 2.24 | 2.67 | 3.01 | 3.34 |
| เจลาติน | 0 | 1.34 | 1.73 | 2.43 | 2.59 | 2.98 | 3.23 |

**ภาพที่ 4.4** ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพู ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส




| | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ตัวควบคุม | 0 | 1.88 | 2.72 | 3.87 | 4.04 | 4.76 | 5.24 |
| แซนแทนกัม | 0 | 1.2 | 1.87 | 2.19 | 2.54 | 2.95 | 3.24 |
| เจลาติน | 0 | 1.48 | 1.93 | 2.51 | 2.69 | 3.03 | 3.31 |
| อาการ์ | 0 | 1.67 | 1.78 | 2.43 | 2.73 | 3.05 | 3.42 |

**ภาพที่ 4.5** ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพู ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ 2 ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยหัวไชเท้าแกะสลักที่เคลือบสารแซนแทนกัม จะสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างช้ากว่าหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่เคลือบด้วยเจลาติน และอาการ์ โดยหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 เคลือบสารแซนแทนกัมสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.09 และ 3.27 ในขณะที่หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเคลือบเจลาตินสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.14. และ 3.34 หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเคลือบอาการ์สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.23 และ3.45 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่ได้ไม่เคลือบสารจะสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างสูง เนื่องจากคุณสมบัติของสารเคลือบผิวสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำได้ ดังนั้นสารเคลือบแซนแทนกัมมีประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักดีกว่าสารเคลือบเจลาตินและอาการ์ สอดคล้องกับรายงานของ (อรุณศิริ, 2550) พบว่าการเคลือบผิวส้มโดยใช้สารแซนแทนกัม มีอิทธิพลต่อความหนืดส่งผลให้การเกาะติดผิวและป้องกันการระเหยของน้ำได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับสารละลายเชลแลค สารละลายไคโตซาน และซูโครสเอสเทอร์

จะเห็นได้ว่าหัวไชเท้าย้อมสีที่มีสีชมพูและสีฟ้า 2 ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ0.05 ที่เคลือบสารแซนแทนกัม มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

4.4.2 ผลการวัดความแน่นเนื้อ

นำหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า และสีชมพู ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 นำไปแช่สารเคลือบ 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ เพื่อทำการศึกษาค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี เนื้อสัมผัสเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผักและผลไม้ตัดแต่งรวมถึงการยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสของผลไม้พิจารณาจากองค์ประกอบของผนังเซลล์ ความดันเต่งของเซลล์ (cell turgor pressure) โครงสร้างของเซลล์ (cell anatomy) และปริมาณน้ำภายใน ค่าความแน่นเนื้อจะทำโดยการวัดแรงต้านของเนื้อสัมผัสต่อน้ำหนักของแรงกด เมื่อน้ำหนักของแรงกดสูงกว่าแรงต้านของเนื้อสัมผัส หัวกดจะแทรกเข้าไปในเนื้อหัวไชเท้าน้ำหนักสุดท้ายของแรงกดที่เท่ากับแรงต้านของเนื้อหัวไชเท้า คือ ความแน่นเนื้อ (สังคม, 2552) ในการทดลองหาค่าความแน่นเนื้อหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 ค่าความแน่นเนื้อหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 แสดงดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

**ตารางที่ 4.1** แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01

| วันที่ตรวจ | ชนิดสารเคลือบ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม | เจลาติน | อาการ์ |
| วันที่ 0$^{ns}$ | 28.28±5.39 | 31.88±4.01 | 31.45±4.15 | 28.02±5.38 |
| วันที่ 1 | 29.86±3.35$^{a}$ | 30.56±3.27$^{a}$ | 23.67±4.32$^{b}$ | 25.97±5.66$^{ab}$ |
| วันที่ 3 | 25.34±1.89$^{b}$ | 32.11±5.59$^{a}$ | 24.17±4.93$^{b}$ | 23.55±3.46$^{b}$ |
| วันที่ 4 | 24.68±3.38$^{b}$ | 33.53±4.01$^{a}$ | 27.55±5.73$^{b}$ | 27.64±3.61$^{b}$ |
| วันที่ 5 | 21.42±2.94$^{b}$ | 29.81±2.31$^{a}$ | 24.28±4.27$^{b}$ | 22.01±5.90$^{b}$ |
| วันที่ 6 | 16.53±6.05$^{b}$ | 26.51±3.90$^{a}$ | 23.16±3.99$^{a}$ | 22.58±4.41$^{a}$ |
| วันที่ 7 | 13.76±3.66$^{c}$ | 27.06±3.65$^{a}$ | 22.01±2.34$^{b}$ | 19.97±5.29$^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

**ตารางที่ 4.2** แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05

| วันที่ตรวจ | ชนิดสารเคลือบ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม | เจลาติน | อาการ์ |
| วันที่ 0$^{ns}$ | 30.84±6.14 | 35.20±4.74 | 31.23±5.56 | 35.38±5.75 |
| วันที่ 1$^{ns}$ | 26.67±3.46 | 31.49±2.96 | 30.57±6.68 | 30.01±7.04 |
| วันที่ 3 | 25.17±4.90$^{b}$ | 30.85±1.85$^{a}$ | 27.44±2.49$^{ab}$ | 25.68±3.74$^{b}$ |
| วันที่ 4 | 26.04±4.69$^{b}$ | 31.55±3.14$^{a}$ | 27.65±3.28$^{b}$ | 28.24±2.81$^{ab}$ |
| วันที่ 5 | 26.01±3.36$^{b}$ | 31.39±2.32$^{a}$ | 25.09±6.32$^{b}$ | 28.68±3.76$^{ab}$ |
| วันที่ 6 | 16.05±6.93$^{c}$ | 26.69±2.53$^{a}$ | 21.72±3.46$^{b}$ | 21.42±4.48$^{b}$ |
| วันที่ 7 | 14.47±4.03$^{c}$ | 25.15±4.16$^{a}$ | 19.13±4.56$^{b}$ | 20.12±4.05$^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบว่า หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่สีฟ้า 2 ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ0.05 โดยตัวควบคุมที่ไม่ได้เคลือบสารมีความแน่นเนื้อลดลง เมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกับหัวไชเท้าแกะสลักที่เคลือบสารแซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่วันที่ 5 โดยค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าย้อมสีฟ้าที่ความเข้มข้น 0.01 ตัวควบคุม แซนแทนกัม เจลาติน และ อาการ์ คือ 21.42 29.81 24.28 และ 22.01หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้น 0.05 คือ 26.01 31.39 25.09 และ 28.68 ทั้งนี้การใช้ สารเคลือบบริโภคได้ทั้งสามชนิดบนหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีสามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่เคลือบสาร เนื่องจากเพกทินของผนังเซลล์ที่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ (protopectin) เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่สามารถละลายน้ำได้ และยังมีปัจจัยจากกิจกรรมของเอมไซม์เพกทินเนส (pectinase) และพอลิกาแล็กทูโรเนส (polygalacturonase) ทำให้ผนังเซลล์ยึดติดกันไม่เหนียวแน่น

ดังเดิม (สายชล, 2528) และ ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการสร้างสะพานเชื่อมระหว่างเซลล์ในรูพรุน หรือช่วยเติมเต็มโครงข่ายภายในผนังเซลล์ หรือการสร้างพันธะระหว่างไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมลงไปกับองค์ประกอบในผนังเซลล์ เจลที่เข้าไประหว่างเซลล์จะสามารถช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ต่อเมื่อโครงสร้างมีความเป็นรูพรุนสูงและการดูดซึมตัวละลายมีปริมาณสูงโดยเฉพาะ เมื่อการถ่ายเทมวลสารถูกจำกัดโดยความหนืดที่สูงของสารละลายเจล (ทิพวรรณ, 2553) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคลือบแซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อพบว่าค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเกิดการอ่อนนุ่ม มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (ศิริ, 2542) ดังนั้น การพิจารณาเนื้อสัมผัส มักจะพิจารณาจากความแน่นเนื้อและการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ (Mohsenin, 1986) ซึ่งหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเคลือบสารแซนแทนกัม มีค่าความแน่นเนื้อน้อยสุด มีความสอดคล้องกับร้อยละการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

**ตารางที่ 4.3** แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพู ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01

| วันที่ตรวจ | ชนิดสารเคลือบ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม | เจลาติน | อาการ์ |
| วันที่ 0$^{ns}$ | 29.62±3.53 | 30.09±3.21 | 29.13±8.20 | 28.24±2.92 |
| วันที่ 1 | 28.79±2.59$^{ab}$ | 30.43±1.55$^{a}$ | 27.34±2.54$^{b}$ | 28.95±1.79$^{ab}$ |
| วันที่ 3 | 27.32±3.53$^{b}$ | 32.17±4.71$^{a}$ | 25.75±3.26$^{b}$ | 25.49±2.24$^{b}$ |
| วันที่ 4 | 26.88±4.20$^{b}$ | 31.35±4.32$^{a}$ | 28.82±1.95$^{ab}$ | 29.61±0.93$^{ab}$ |
| วันที่ 5 | 23.99±2.86$^{c}$ | 32.40±2.09$^{a}$ | 29.91±4.89$^{ab}$ | 27.89±4.33$^{b}$ |
| วันที่ 6 | 17.27±6.75$^{b}$ | 26.15±4.62$^{a}$ | 20.58±3.00$^{b}$ | 18.82±3.32$^{b}$ |
| วันที่ 7 | 12.54±2.39$^{c}$ | 26.47±4.98$^{a}$ | 19.99±3.51$^{b}$ | 20.38±3.61$^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

**ตางรางที่ 4.4** แสดงค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพู ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05

| วันที่ตรวจ | สารเคลือบ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม | เจลาติน | อาการ์ |
| วันที่ 0$^{ns}$ | 29.75±6.13 | 31.94±3.65 | 31.25±5.47 | 28.24±2.40 |
| วันที่ 1 | 28.75±2.23$^{a}$ | 29.71±2.35$^{a}$ | 27.30±3.47$^{ab}$ | 25.12±3.48$^{b}$ |
| วันที่ 3$^{ns}$ | 26.98±4.03 | 30.36±2.01 | 27.27±4.08 | 27.44±2.67 |
| วันที่ 4 | 26.10±2.85$^{b}$ | 30.19±1.30$^{a}$ | 28.09±1.59$^{ab}$ | 25.89±3.69$^{b}$ |
| วันที่ 5 | 24.41±4.56$^{b}$ | 30.70±4.30$^{a}$ | 28.60±6.37$^{ab}$ | 29.08±3.10$^{ab}$ |
| วันที่ 6 | 18.43±5.93$^{b}$ | 26.38±7.35$^{a}$ | 19.47±4.19$^{b}$ | 22.57±3.37$^{ab}$ |
| วันที่ 7 | 10.99±0.99$^{c}$ | 25.35±2.99$^{a}$ | 20.19±2.84$^{b}$ | 19.16±4.83$^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 ผลการทดลองพบว่า หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่สีชมพู 2 ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ที่ไม่ได้เคลือบสารมีความแน่นเนื้อลดลง เมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับหัวไชเท้าแกะสลักที่เคลือบสารแซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่วันที่ 5 โดยค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าย้อมสีชมพูที่ความเข้มข้น 0.01 ตัวควบคุม แซนแทนกัม เจลาติน และ อาการ์ คือ 23.99 32.40 29.91 และ 27.89หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ระดับความเข้มข้น 0.05 คือ 24.41 30.70 28.60 และ 29.08 ทั้งนี้การใช้สารเคลือบบริโภคได้ทั้งสามชนิดบนหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีสามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการไม่เคลือบสาร เนื่องจากเพกทินของผนังเซลล์ที่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ (protopectin) เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่สามารถละลายน้ำได้ และยังมีปัจจัยจากกิจกรรมของเอมไซม์เพกทินเนส (Pectinase) และพอลิกาแล็กทูโรเนส (polygalacturonase) ทำให้ผนังเซลล์ยึดติดกันไม่เหนียวแน่นดังเดิม (สายชล, 2528) และ ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการสร้างสะพานเชื่อมระหว่างเซลล์ในรูพรุนหรือช่วยเติมเต็มโครงข่ายภายในผนังเซลล์ หรือการสร้างพันธะระหว่างไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมลงไปกับองค์ประกอบในผนังเซลล์ เจลที่เข้าไประหว่างเซลล์จะสามารถช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ต่อเมื่อโครงสร้างมีความเป็นรูพรุนสูงและการดูดซึมตัวละลายมีปริมาณสูงโดยเฉพาะ เมื่อการถ่ายเทมวลสารถูกจำกัดโดยความหนืดที่สูงของสารละลายเจล (ทิพวรรณ, 2553) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคลือบแซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเกิดการอ่อนนุ่ม มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (ศิริ, 2542) ดังนั้น การพิจารณาเนื้อสัมผัส มักจะพิจารณาจากความแน่นเนื้อและการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ (Mohsenin, 1986) ซึ่งหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเคลือบสาร แซนแทนกัม มีค่าความแน่นเนื้อน้อยสุด มีความสอดคล้องกับร้อยละการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสี

นำหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า และสีชมพู ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 นำไปแช่สารเคลือบ 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาในระยะเวลา 7 วัน เก็บที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส โดยการใช้เครื่อง spectophotometer ในการวิเคราะห์ค่า L*, a*, และ b* โดยจากการวิเคราะห์ค่าสี หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 แสดงดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 หัวไชเท้าแกะสลักสีชมพูที่ระดับความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 แสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

**ตารางที่ 4.5** แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ตัวควบคุมและสารเคลือบแซนแทนกัม ระหว่างการเก็บรักษา

| ค่า | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | สิ่งทดลอง(ชนิดสารเคลือบ) | |
|---|---|---|---|
| | | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม |
| L* | 0 | 67.23±0.89[a] | 50.31±0.10[b] |
| | 1 | 59.35±0.17[a] | 51.50±0.02[b] |
| | 3 | 58.35±0.0.7[a] | 53.39±0.19[b] |
| | 4 | 58.11±4.06[a] | 55.40±0.24[b] |
| | 5 | 56.04±0.07[a] | 55.09±0.04[b] |
| | 6[ns] | 55.91±0.70 | 55.24±0.18 |
| | 7 | 52.82±0.39[b] | 58.09±0.69[a] |
| a* | 0 | -13.56±3.76[a] | -16.65±0.11[b] |
| | 1 | -22.75±0.13[b] | -17.94±0.04[a] |
| | 3 | -25.39±0.04[b] | -21.08±.0.12[a] |
| | 4 | -26.15±0.48[b] | -21.60±0.07[a] |
| | 5 | -22.60±0.08[b] | -20.52±0.07[a] |
| | 6 | -24.10±0.23[b] | -20.91±0.02[a] |
| | 7 | -22.09±0.40[b] | -21.51±0.08[a] |
| b* | 0[ns] | 16.56±0.06 | -16.70±0.02 |
| | 1[ns] | -16.13±0.74 | -16.23±0.74 |
| | 3[ns] | -15.93±0.57 | -15.99±0.15 |
| | 4[ns] | -15.91±0.54 | -15.90±0.53 |
| | 5[ns] | -15.72±0.41 | -15.93±0.57 |
| | 6 | -13.65±0.96[a] | -14.36±0.60[b] |
| | 7 | -12.55±0.52[b] | -11.86±0.04[a] |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

**ตารางที่ 4.6** แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ตัวควบคุมและสารเคลือบแซนแทนกัม ระหว่างการเก็บรักษา

| ค่า | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | สิ่งทดลอง(ชนิดสารเคลือบ) | |
|---|---|---|---|
| | | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม |
| L* | 0 | 49.91±0.07$^{a}$ | 41.14±0.18$^{b}$ |
| | 1 | 48.90±0.47$^{a}$ | 42.08±0.19$^{b}$ |
| | 3 | 47.82±0.21$^{a}$ | 42.96±0.85$^{b}$ |
| | 4 | 47.32±0.13$^{a}$ | 44.04±0.17$^{b}$ |
| | 5 | 46.68±0.10$^{a}$ | 45.54±0.03$^{b}$ |
| | 6$^{ns}$ | 46.17±0.22 | 46.24±0.48 |
| | 7 | 42.79±0.41$^{b}$ | 49.60±0.21$^{a}$ |
| a* | 0 | -28.46±0.08$^{b}$ | -22.44±0.16$^{a}$ |
| | 1 | -27.21±0.16$^{b}$ | -23.63±0.11$^{a}$ |
| | 3 | -26.16±0.29$^{b}$ | -23.88±.0.12$^{a}$ |
| | 4 | -28.72±0.31$^{b}$ | -24.10±0.48$^{a}$ |
| | 5 | -28.09±0.04$^{b}$ | -25.70±0.20$^{a}$ |
| | 6 | -28.04±0.53$^{b}$ | -25.70±0.20$^{a}$ |
| | 7 | -26.23±0.15$^{a}$ | -27.64±0.19$^{b}$ |
| b* | 0$^{ns}$ | -28.91±0.38 | -28.86±0.33 |
| | 1 | -28.25±1.17$^{b}$ | -27.98±0.12$^{a}$ |
| | 3 | -27.79±0.06$^{b}$ | -27.18±0.32$^{a}$ |
| | 4 | -27.20±1.66$^{a}$ | -27.79±0.06$^{b}$ |
| | 5 | -24.29±0.87$^{a}$ | -26.85±0.29$^{b}$ |
| | 6 | -24.07±0.44$^{a}$ | -24.30±0.15$^{b}$ |
| | 7 | -21.60±0.72$^{a}$ | -22.21±0.17$^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 แสดงการวิเคราะห์ค่า L*, a*, และ b* สี เป็นสมบัติทางกายภาพของอาหาร ด้านสมบัติเชิงทัศนศาสตร์ ที่มีผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค สีของอาหารและผลิตผลทางการเกษตรเป็นคุณสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่ง ซึ่งแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติอื่นๆ เช่น คุณสมบัติเชิงเรขาคณิต คุณสมบัติทางกล คุณสมบัติทางความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากสีเป็นคุณสมบัติที่เกิดจากการรับรู้สัญญาณในรูปของคลื่นแสงที่ตกกระทบดวงตาของมนุษย์ซึ่งมีเซลล์รับและส่งสัญญาณผ่านไปยังสมอง และแปลงค่าเป็นค่าสีต่างๆ

ตามที่แต่ละบุคคลมีอยู่ในระบบความทรงจำ สีของอาหารและผลิตผลทางการเกษตร เป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่ส่งผลต่อคุณภาพการยอมรับและไม่ยอมรับของผู้บริโภค ถ้าสีของอาหารหรือผลิตผลทางการเกษตรผิดปกติไป (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.) แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสีที่เปลี่ยนแปลงของสีฟ้าในระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 โดยตัวควบคุมมีการดูดซึมสีได้ดีกว่าเล็กน้อย ค่าที่ได้แสดงสีน้ำเงินแกมมีสีเขียว เมื่อผ่านไป 7 วันเปลี่ยนเป็นสีฟ้าแกมเขียวมากขึ้น แต่สิ่งทดลองทั้งหมดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 จะมีค่า b* น้อยกว่าสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เนื่องจากมีความเข้มข้นต่างกัน โดยมีแนวโน้มในการลดลงของค่า b* ไปในทางเดียวกันทั้งสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 จะมีค่าสีน้ำเงินลดลง

**ตารางที่ 4.7** แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ตัวควบคุมและสารเคลือบแซนแทนกัม ระหว่างการเก็บรักษา

| ค่า | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | สิ่งทดลอง(ชนิดสารเคลือบ) | |
|---|---|---|---|
| | | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม |
| L* | 0 | 48.38±0.51$^{a}$ | 46.84±0.22$^{b}$ |
| | 1 | 50.32±0.40$^{ab}$ | 50.79±0.08$^{a}$ |
| | 3 | 50.56±0.05$^{ab}$ | 53.23±0.16$^{a}$ |
| | 4 | 53.56±0.19$^{b}$ | 53.84±0.84$^{ab}$ |
| | 5 | 53.97±0.03$^{b}$ | 55.03±0.11$^{a}$ |
| | 6 | 53.97±0.03$^{b}$ | 55.19±0.10$^{a}$ |
| | 7$^{ns}$ | 56.13±0.09 | 56.13±0.09 |
| a* | 0 | 39.70±0.13$^{a}$ | 33.22±0.05$^{b}$ |
| | 1 | 39.64±0.09$^{a}$ | 33.49±0.25$^{b}$ |
| | 3 | 39.27±0.41$^{a}$ | 32.44±0.13$^{b}$ |
| | 4 | 34.88±0.32$^{a}$ | 29.42±0.05$^{b}$ |
| | 5 | 34.37±0.20$^{a}$ | 29.42±0.05$^{b}$ |
| | 6 | 33.10±0.37$^{a}$ | 27.21±0.30$^{b}$ |
| | 7 | 32.76±0.12$^{a}$ | 19.45±0.10$^{b}$ |
| b* | 0 | -2.38±0.23$^{a}$ | -5.03±0.40$^{b}$ |
| | 1 | -1.50±0.35$^{b}$ | -1.06±0.36$^{a}$ |
| | 3 | -4.00±0.86$^{b}$ | -2.65±0.12$^{a}$ |
| | 4 | -2.40±0.12$^{b}$ | -1.32±0.33$^{a}$ |
| | 5 | -0.30±0.06$^{a}$ | -0.39±0.24$^{b}$ |
| | 6 | -2.19±0.12$^{a}$ | -3.39±0.14$^{b}$ |
| | 7 | -1.17±0.30$^{a}$ | -4.66±0.3$^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

**ตารางที่ 4.8** แสดงค่า L* a* b* ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 0.05 ตัวควบคุมและสารเคลือบแซนแทนกัม ระหว่างการเก็บรักษา

| ค่า | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | สิ่งทดลอง(ชนิดสารเคลือบ) | |
|---|---|---|---|
| | | ตัวควบคุม | แซนแทนกัม |
| L* | 0[ns] | 41.92±0.03 | 41.97±0.23 |
| | 1 | 41.74±0.37[b] | 42.88±0.21[a] |
| | 3 | 43.52±0.05[a] | 42.65±0.32[b] |
| | 4 | 43.68±0.13[a] | 43.44±0.15[ab] |
| | 5 | 46.63±0.05[a] | 45.08±0.07[b] |
| | 6 | 47.68±0.05[a] | 45.74±0.05[b] |
| | 7 | 48.46±4.49[a] | 47.56±0.17[b] |
| a* | 0 | 46.82±0.08[a] | 42.71±0.08[b] |
| | 1 | 45.17±0.08[a] | 42.32±0.68[b] |
| | 3 | 45.31±0.26[a] | 41.05±0.38[b] |
| | 4 | 44.51±0.14[a] | 41.66±0.12[b] |
| | 5 | 43.20±1.22[a] | 39.75±0.27[b] |
| | 6 | 43.50±0.23[a] | 39.75±0.27[b] |
| | 7 | 42.32±0.68[a] | 37.40±0.29[b] |
| b* | 0 | 2.55±0.05[a] | 0.20±0.64[b] |
| | 1 | 3.49±0.53[a] | 0.34±0.19[b] |
| | 3 | 3.17±0.33[a] | 0.56±0.47[b] |
| | 4 | 3.17±0.33[a] | 0.68±0.62[b] |
| | 5 | 4.06±0.55[a] | 0.30±0.16[b] |
| | 6 | 6.04±0.31[a] | 4.34±0.05[b] |
| | 7 | 1.46±0.24[a] | 0.94±0.01[b] |

**หมายเหตุ :** ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ในแนวนอนค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสี ของชมพูในระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 โดยแต่ละสิ่งทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า a* มีค่าใกล้เคียงกัน และยังมีความสามารถในการติดสีถึง 7 วันทดลองโดยที่สีชมพูที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 จะมีการเปลี่ยนแปลงคือมีสีชมพูแกมเหลืองเล็กน้อยในวันที่ แต่สีชมพูที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.4.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์

การเกิดบาดแผลโดยการแกะสลัก ทำลายเนื้อเยื่อ เนื่องจากการแกะสลักหัวไชเท้าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพของหัวไชเท้า เพราะต้องนำมาวางตกแต่งในจานอาหารอาจเกิดการปนเปื้อนโดยการสัมผัสกันระหว่างอาหารที่ปรุงสุกแล้ว หรืออาหารที่ผ่านการแปรรูปแล้วพร้อมรับประทาน หรือพร้อมที่จะนำไปบรรจุกับอาหารสด หรือวัตถุดิบ ซึ่งยังไม่ผ่านกระบวนการถนอมอาหารใดๆ อาจส่งผลอันตรายต่อผู้บริโภค และเกิดการไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ (มันตา, 2558) การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดใช้หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่เคลือบด้วยแซนแทนกัม เนื่องจากแซนแทนกัมผลิตมาจาก ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากพืช สัตว์ จุลินทรีย์ รวมถึงโพลิเมอร์ดัดแปรจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์พอลิแซคคาไรด์ สามารถนำมาใช้ผลิตฟิล์ม หรือสารเคลือบบริโภคได้ เมื่อละลายน้ำจะให้ความหนืด เกิดเจล ลักษณะสีขาว มีความคงตัว (Saha and Bhattacharya, 2010) จึงมีคุณสมบัติที่ดีกว่าเจลาติน และ อาการ์ จึงเลือกหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่ระดับความเข้มข้มข้น 0.01 และ 0.05 เคลือบแซนแทนกัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3–4 องศาเซลเซียส เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่เคลือบด้วยแซนแทนกัมมาทำการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** แสดงผลปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ใช้ในการตรวจจุลินทรีย์หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าสีชมพู ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ที่แช่สารเคลือบแซนแทนกัม

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | สีย้อมสีชมพู | | สีย้อมสีฟ้า | |
| | ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 | ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 | ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 | ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 |
| 0 | $3.6\times10^{2}$ | $5.8\times10^{2}$ | $3.5\times10^{2}$ | $3.6\times10^{2}$ |
| 1 | $19.6\times10^{2}$ | $12.9\times10^{2}$ | $13.5\times10^{2}$ | $15.5\times10^{2}$ |
| 3 | $4.9\times10^{3}$ | $8.1\times10^{3}$ | $3.4\times10^{3}$ | $2.6\times10^{3}$ |
| 4 | $6.5\times10^{3}$ | $3.3\times10^{3}$ | $6.8\times10^{3}$ | $2.2\times10^{4}$ |
| 5 | $8.8\times10^{4}$ | $6.2\times10^{4}$ | $9.8\times10^{4}$ | $2.7\times10^{4}$ |
| 6 | $9.5\times10^{4}$ | $9.4\times10^{4}$ | $8.5\times10^{4}$ | $8.3\times10^{4}$ |
| 7 | $5.5\times10^{5}$ | $7.5\times10^{5}$ | $6.5\times10^{5}$ | $5.2\times10^{5}$ |

จากตารางที่ 4.9 พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผักและผลไม้สดที่ล้างแล้วของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2536 ซึ่งได้กำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่เกิน $1\times10^{6}$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จึงสรุปได้ว่า หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี มีเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด การวิเคราะห์คุณภาพหัวไชเท้าตามลักษณะที่ปรากฏ ความมันเงา สีที่มีผลต่อผู้บริโภค เนื้อสัมผัสที่ดีจะต้องไม่นิ่มและเนื้อแห้ง สามารถเก็บรักษาด้วยกล่องพลาสติกใสที่ปิดสนิทแล้วใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ ดังภาพที่ 4.6 ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส เชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้น หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า และสีชมพู ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 สามารถเก็บไว้ไม่น้อยกว่า 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส

**ภาพที่ 4.6** หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่บรรจุในกล่องพลาสติกใสที่ปิดสนิท ใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ

### 4.4.5 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา

เกณฑ์การกำหนดคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่ดี ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยต่างๆ เพราะมีพื้นฐานต่างกัน ได้แก่ ความชอบ และ ความเคยชินต่างกัน ดังนั้น การกล่าวถึงคุณภาพจึงต้องคำนึงถึงบุคคลเป้าหมายและกล่าวถึงหลายลักษณะประกอบกัน จึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานเกิดขึ้น (สังคม, 2552) ดังนั้น ลักษณะที่ปรากฏในระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี ที่มีสีฟ้า และสีชมพู ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 แสดงดังภาพที่ 4.10

**ตารางที่ 4.10** ลักษณะที่ปรากฏในระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้า และสีชมพู ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

| วันที่เก็บรักษา (วัน) | ตัวควบคุม | | | | สารเคลือบแซนแทนกัม | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สีฟ้า | | สีชมพู | | สีฟ้า | | สีชมพู | |
| | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.05 |
| 0 | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |

จากภาพที่ 4.10 พบว่า หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่มีสีฟ้าและสีชมพูความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ที่เก็บรักษาวันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ลักษณะที่ปรากฏมีการเปลี่ยนแปลงของสีเกิดสีน้ำตาลขึ้นมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้เนื้อสัมผัสนิ่มขึ้นเล็กน้อย ตั้งแต่การเก็บรักษาในวันที่ 5 หัวไชเท้าแกะสลักที่เคลือบด้วย แต่สารเคลือบจากแซนแทนกัม มีความคงทนต่อการติดหุ้มจับเกาะหัวไชเท้าได้เป็นอย่างดีจนวันที่ 5 วันสิ้นสุดการรักษา สารเคลือบแซนแทนกัมมีคุณสมบัติที่ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบตัวควบคุมไม่ได้เคลือบ เนื่องจากสารเคลือบแซนแทนกัมมีประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักดีกว่าสารเคลือบเจลาตินและอาการ์ เนื่องจาก แซนแทนกัม มีโครงสร้างเป็น heteropolysaccahride มีความหนืดสูง ทนต่อการถูกย่อยด้วยเอนไซม์ หรือสภาวะที่มีความเป็นกรดสูงรวมทั้งมีความคงตัวสูงต่อความร้อน ดังนั้น สารเคลือบสามารถลดการสูญเสียน้ำและการดูดซึมน้ำ (Akdeniz, Sahin and Sumnu, 2006) สอดคล้องกับรายงานของ (อรุณศิริ, 2550) พบว่า การเคลือบผิวส้มโดยใช้สารแซนแทนกัม มีอิทธิพลต่อความหนืดส่งผลให้การเกาะติดผิวและป้องกันการระเหยของน้ำได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับสารละลายเซลแลค สารละลายไคโตซาน และซูโครสเอสเทอร์ และสอดคล้องกับรายงานของ (Sonu, 2014) พบว่า การเคลือบแซนแทนกัมที่ผิวลูกแพร์สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งจะป้องกันฟีนอลรวมกับออกซิเดชันกลายเป็นสารประกอบเมลานิน อายุการเก็บรักษา 8 วันของระยะเวลาการเก็บตามลำดับ

ดังนั้นการกำหนดจุดที่ใช้ตัดสินคุณภาพของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีจึงใช้การดูลักษณะทางกายภาพ คือ ค่าความแน่นเนื้อ ค่าสี คือจะต้องไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของหัวไชเท้า มีความแน่นเนื้อคงตัวของดอกกุหลาบ เพราะว่าในการตรวจจุลินทรีย์ครบทั้ง 7 วันไม่เกิดเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นต่อให้จุลินทรีย์ไม่ถึงเกณฑ์ แต่ในผักผลไม้แกะสลัก ถ้ามีลักษณะนิ่ม สีเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่สวยงามก็ไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์นั้น จึงเลือกดูลักษณะทางกายภาพ และสารเคลือบที่มีลักษณะทางกายภาพ ค่าสี ความแน่นเนื้อที่ดีที่สุด คือ แซนแทนกัม เพราะยังคงความแน่นเนื้อและมีค่าสีที่ยังคงสภาพดีที่สุด รองลงมาคือเจลาติน และอาการ์ ตามลำดับ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพในวันที่ 5 เริ่มพบว่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น เริ่มมีสีเหลือง ค่าความแน่นเนื้อลดลง มีการเปลี่ยนสภาพไปอย่างเห็นได้ชัดจึงไม่เหมาะสมในการนำไปจัดวางบนจานอาหาร เนื่องจากทำให้อาหารดูไม่น่ารับประทาน

# บทที่ 5

# สรุปผล และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผล

5.1.1 จากการคัดเลือกระดับสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลัก ผู้เชี่ยวชาญได้เลือกสีชมพู และสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ซึ่งเหมาะสมกับการนำมาย้อมสีหัวไชเท้าแกะสลัก

5.1.2 จากการศึกษาชนิดของสารเคลือบที่เหมาะสม คือ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ พบว่า แซนแทนกัมเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นสารเคลือบหัวไชเท้าแกะสลักมากที่สุด

5.1.2.1 ผลการคำนวณร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก พบว่า การสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น จากการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วันที่สีฟ้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 แซนแทนกัมสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.12 และ 3.24 หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่เคลือบด้วย เจลาติน สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.23 และ 3.31 และอาการ์สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.34 และ3.42 จากการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วันที่สีชมพูที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 พบว่าแซนแทนกัมสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.09 และ 3.27 หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่เคลือบด้วย เจลาติน สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.14 และ 3.34 และอาการ์สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.23 และ3.45 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่ได้ไม่เคลือบสารจะมีการสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างสูงที่สุดและรวดเร็ว จากการศึกษาสารเคลือบแซนแทนกัมมีประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักดีกว่าสารเคลือบเจลาติน และอาการ์

5.1.2.2. ผลการวัดความแน่นเนื้อ จากการวัดความแน่นเนื้อหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่วันที่ 5 โดยค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าย้อมสีฟ้าความเข้มข้น 0.01 ที่เคลือบด้วยตัวควบคุม แซนแทนกัม เจลาติน และ อาการ์ คือ 21.42 29.81 24.28 และ 22.01 นิวตัน หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าที่ระดับความเข้มข้น 0.05 คือ 26.01 31.39 25.09 และ 28.68 นิวตัน ค่าความแน่นเนื้อของหัวไชเท้าย้อมสีชมพูที่ความเข้มข้น 0.01 ที่เคลือบด้วยตัวควบคุม แซนแทนกัม เจลาติน และ อาการ์ คือ 23.99 32.40 29.91 และ 27.89 นิวตัน หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ระดับความเข้มข้น 0.05 คือ 24.41 30.70 28.60 และ 29.08 นิวตัน พบว่า หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเคลือบสารแซนแทนกัม มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ซึ่งจัดเป็นลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมที่สุดกว่า อาการ์ และ เจลาติน ส่วนตัวควบคุมที่ไม่ได้เคลือบสารมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่เคลือบสารแซนแทนกัม เจลาติน และ อาการ์

5.1.2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสี จากการวิเคราะห์ค่าสี พบว่า หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าเมื่อเข้าวันที่ 5 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ตัวควบคุม แซนแทนกัม มีค่า b* ซึ่งเป็นค่าแสดงสีน้ำเงินลดลง คือ -15.72 และ -15.93 และ ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ตัวควบคุม แซนแทนกัม มีค่า b* ซึ่งเป็นค่าแสดงสีน้ำเงินลดลง คือ -24.29 และ -26.85 เมื่อถึงระยะเวลาสิ้นสุดการเก็บรักษาในวันที่ 7 หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีฟ้าเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีฟ้าแกมเขียวขึ้นที่ดอกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01

ส่วนหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีที่ระดับความเข้มข้น 0.05 มีการติดสีที่ดีกว่าและสีไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเท่าความเข้มข้น 0.01

หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีชมพูที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05 ในความเข้มข้นที่ 0.01 ค่าสีมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเมื่อเข้าวันที่ 5 ตัวควบคุม แซนแทนกัม มีค่า a* ซึ่งก็คือค่าสีแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ a* = 34.37และ 29.42 สีชมพูความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ค่า a* มีค่า 43.20 และ 39.75

5.1.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์ พบว่า หัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีทั้งสีชมพูและสีฟ้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ0.05 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1\times10^{6}$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นสามารถเก็บไว้ในกล่องพลาสติกใสที่ปิดสนิทแล้วใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ด้านหน้าใสด้านหลังทึบไม่น้อยกว่า 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส

5.1.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่าหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสีเมื่อตรวจจุลินทรีย์ครบทั้ง 7 วัน ไม่เกิดเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นต่อให้จุลินทรีย์ไม่ถึงเกณฑ์ แต่ในผักผลไม้แกะสลัก ถ้ามีลักษณะนิ่ม สีเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่สวยงามก็ไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์นั้น และลักษณะทางกายภาพ ค่าสี ความแน่นเนื้อที่ดีที่สุดในวันที่ 5 และของชนิดสารเคลือบที่ดีที่สุด คือ แซนแทนกัม เพราะคงความแน่นเนื้อและมีค่าสีที่ยังคงสภาพดีที่สุด รองลงมาคือ เจลาติน และอาการ์ ตามลำดับ

# เอกสารอ้างอิง


กรมวิชาการเกษตร. 2557. **ผักกาดหัว.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://hort.ezathai.org/?p=3809 สืบค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2559

กิติมา เหมวงษา. 2549. **สีผสมอาหาร.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.siamchemi.com/%E0%B8%AA%E0%B8%B5%,
สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2559

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. **การปรับปรุงคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้แกะสลัก** กรุงเทพฯ

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์. 2547. **การแกะสลักผักผลไม้และงานใบตอง.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.**กรุงเทพฯ:
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชมรมคุ้มครองผู้บริโภคด้านฮาลาล, ฝ่ายวิชาการและประชาสัมพันธ์. 2551. **เจลาติน.** [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก: http://www.islammore.com/view/1221
สืบค้นข้อมูลวันที่ 23 เมษายน 2559

ดุษฎี อุตภาพ. ม.ป.ป. **สมบัติทางเคมีของคาร์โบไฮเดรท-ไฮโดรคอลลอยด์.** [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก:http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware,
สืบค้นข้อมูลวันที่ 24 เมษายน 2559

ทิพวรรณ ทองสุข. 2553. “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและเทคนิคการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แปรรูป” **ใน บทความทางวิชาการ.**456-469
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

นิรนาม. ม.ป.ป. หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการจัดเก็บเภสัชภัณฑ์. [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก: https://utaiacademy.wordpress.com/2015/01/21
สืบค้นข้อมูลวันที่ 22 พฤษภาคม 2559

บรรจบ กำจัด. 2549. "**Color Therapy ศาสตร์แห่งสีเพื่อการบำบัดโรค" ชีวจิต.** [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก: http://www.nanabio.com/image%20web2,
สืบค้นเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2559

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. ม.ป.ป. **แซนแทนกัม**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1112/xanthan-gum
สืบค้นข้อมูลวันที่ 10 พฤษภาคม 2559

_____ . ม.ป.ป. **สีผสมอาหาร.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก**:**
http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2950/food-color-
สืบค้นข้อมูลวันที่ 12 พฤษภาคม 2559

_____. ม.ป.ป. **สี.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก**:**
http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2310/color-%E
สืบค้นข้อมูลวันที่ 12 พฤษภาคม 2559

ไพบูลย์ อมรประภา. 2554. **ความหมายของการแกะสลัก.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก**:**
https://phaiboon01.wordpress.com/2011/02/18/%E0%B8
สืบค้นข้อมูลวันที่ 12 พฤษภาคม 2559

มันตา โอพิทักษ์ชีวัน. 2558. **การปนเปื้อนบนอาหาร.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก**:**
http://iodinethailand.fda.moph.go.th/food
สืบค้นข้อมูลวันที่ 22 พฤษภาคม 2559

ยุพวรรณ ตรีรัตน์วิชชา. 2553. **กระบวนการแพร่และออสโมซิส**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก**:**
http://www.sahavicha.com/?name=media&file=readmedia&id=2060
สืบค้นข้อมูลวันที่ 13 พฤษภาคม 2559

วรรษมน สุขโชคพานิช. 2557. **หัวไชเท้า.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://puechkaset.com/%E0%B8%AB%E0%B8%B1%E0,
สืบค้นข้อมูลวันที่ 9 เมษายน2559

ศิริ เกณฑ์ขุดทด. 2542. **“การเปลี่ยนคุณภาพทางเคมีและกายภาพของแก้วมังกรหลังเก็บเกี่ยว”**
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2552. **สรีรวิทยาทั่วไปของพืชสวน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://ag.kku.ac.th/suntec/113401/HortPhysiol-Chapter.pdf.
สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 พฤษภาคม 2559

สารินคลินิก. 2549. **สารเคลือบผิวผลไม้เป็นอันตรายหรือไม่.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.sarinclinic.com/home.php?section=1&subsection=1.
สืบค้นข้อมูลวันที่ 22 พฤษภาคม 2559

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บผักและผลไม้**. ภาควิชาพืชสวน
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร. กรุงเทพฯ

สุดสาย ตรีวานิช. 2555. **การเน่าเสียของอาหาร.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
https://ajarncharoen.wordpress.com/2012/02/02
สืบค้นข้อมูลวันที่ 22 พฤษภาคม 2559

สุภวรรณ พันธุ์จันทร์. ม.ป.ป. **สีกับอารมณ์ความรู้สึก**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.nana-bio.com/image%20web2/nana%20l,
สืบค้นข้อมูลวันที่ 14 พฤษภาคม 2559

แสงอรุณ เชื้อวงษ์. 2552. **การสลักผักและผลไม้เพื่อการตกแต่ง.** กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์

โสรญา รอดประเสริฐ. 2557. **สารเคลือบมีประโยชน์อย่างไร**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2557_62_196-p41-43.pdf.
สืบค้นข้อมูลวันที่ 22 พฤษภาคม 2559

อาภารัตน์ มหาขันธ์. 2553. **กว่าจะเป็นวุ้น.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://wunkhunsa.igetweb.com/index.php?mo=3&art=405997.
สืบค้นข้อมูลวันที่ 21 เมษายน 2559

อรุณศิริ ธราธรกุล. 2550. "**การพัฒนาสารเคลือบผิวสมจากไคโตซานและเซลแลค**"
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาคอุตสาหกรรมเกษตร มหาลัยวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณทิพย์ เหมะธุลิน, สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง และสุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. 2555
**"ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (L*, a* และ b*) กับปริมาณแอนโทไซยานิน ในเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง",** [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก: http://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=12-59-
สืบค้นข้อมูลวันที่ 25 พฤษภาคม 2559

Akdeniz, N., Sahin, S. and Sumnu, G. 2006. **"Functionality of batters containing differentgums for deep-fat frying of carrot slices"** Journal of Food Engineering, 75:522–526

Debeaufort, F., J. A. Quezada-Gallo and A. Voilley. 1998. "**Edible films and coating:tomorrow'spackagings**" a review. Crit. Rev. Food Sci. 38: 299-313

Mohsenin, N. N. 1986. **Physical Properties of Plant and Animal Materials**. Gordon and Breach Publishers, New York

Park, H. J. 1999. "**Development of advanced edible coating for fruits**." Trends Food Sci. Technol.10: 254-260

Saha, D and Bhattacharya, S. 2010 "**Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review**" Journal of Food Science and Technology, 47: 587–597

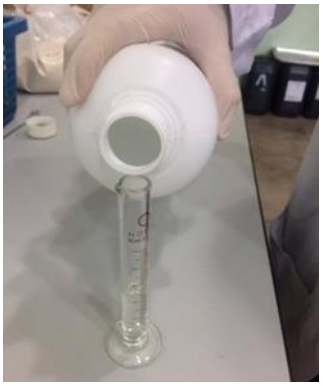
Soliva-Fortuny, and O. Marthin-Belloso. 2003. **"New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruit"**. Trend in Food Science & Technology. 14:341-353

Sharma, S. 2014. "**Xanthan gum based edible coating enriched with Cinnamic acid prevents browning and extends the shelf-life of fresh-cut pears**". Food Science and Technology. 1:791-800

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
## กรรมวิธีเตรียมสารละลาย

**ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย**

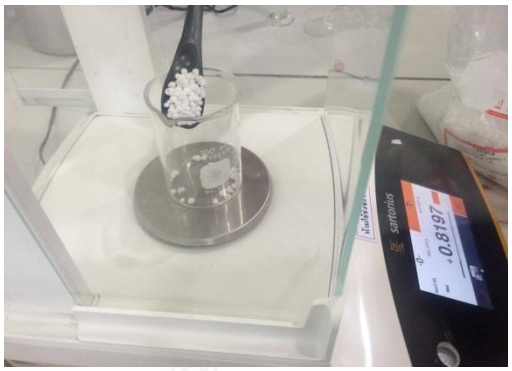


ตวงเพอร์ออกซีแอซิติก 16 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร

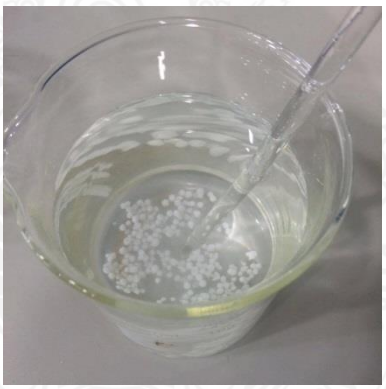
คนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน

**แผนภูมิที่ ก.1** แสดงขั้นตอนการเตรียมสารลายเพอร์ออกซีแอซิติก

**ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย (ต่อ)**



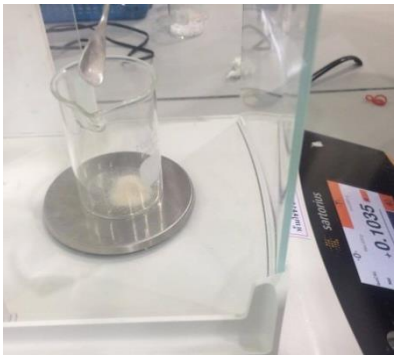
ชั่งเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 15 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร



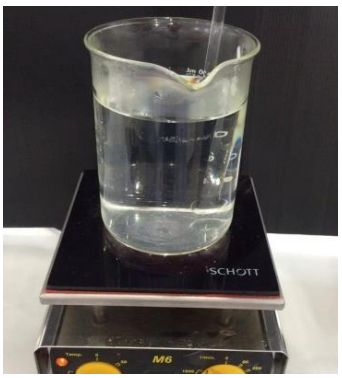
คนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน

**แผนภูมิที่ ก.2** แสดงขั้นตอนการเตรียมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

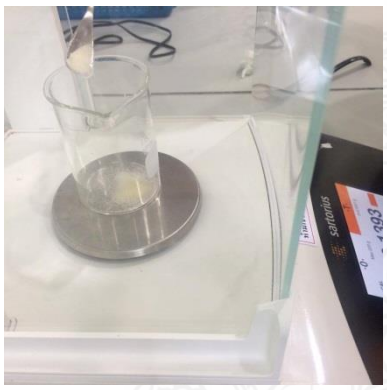
**ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย (ต่อ)**



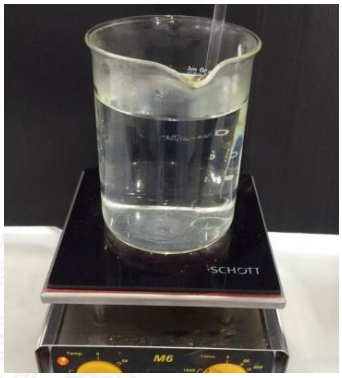
ชั่งอาการ์ 5 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร
ละลายในน้ำอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส



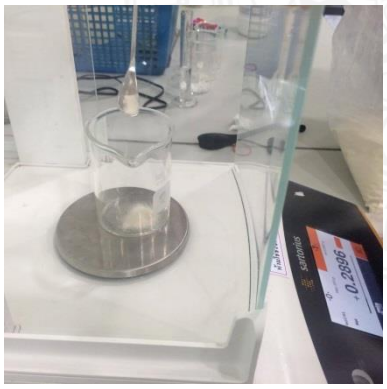

คนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน



ชั่งแซนแทนกัม 5 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร
ละลายในน้ำอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส




คนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน



ชั่งแซนแทนกัม 5 กรัม ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร
ละลายในน้ำอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส

คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

**แผนภูมิที่ ก.3** แสดงขั้นตอนการเตรียมสารเคลือบ

**ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย (ต่อ)**

นำสีผสมอาหารสีชมพูและสีฟ้าที่มีระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มาเจือจางโดยตวงสารละลายสี 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 180 มิลลิลิตร

คนให้สีผสมอาหารเป็นเนื้อเดียวกัน

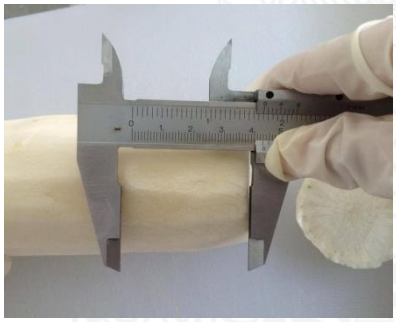
**แผนภูมิที่ ก.4** แสดงขั้นตอนการเตรียมความเข้มข้นของสีย้อม

# ภาคผนวก ข
# กรรมวิธีการแกะสลักหัวไชเท้า

**ขั้นตอนการแกะสลักหัวไชเท้า**

นำหัวไชเท้ามาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วปอกเปลือก

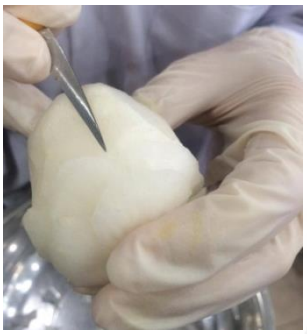
ตัดเป็นท่อนให้มีขนาดความยาว 4.0-4.5 เซนติเมตร แล้วชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล



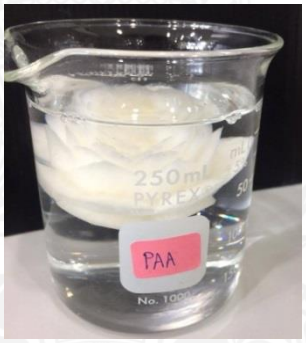
เกลาหัวไชเท้าด้วยมีดแกะสลัก เพื่อลบเหลี่ยมที่เกิดจากการตัดให้มีลักษณะโค้งมน แล้วชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล

แกะสลักหัวไชเท้าด้วยมีดแกะสลักให้เป็นรูปดอกกุหลาบ

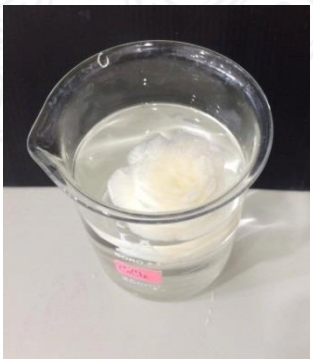
**ขั้นตอนการแกะสลักหัวไชเท้า(ต่อ)**



นำหัวไชเท้าแกะสลักไปแช่ในสารละลายเพอร์ออกซีแอซิติกเป็นเวลา 3 นาที
ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล




แล้วแช่สารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ เป็นเวลา 2 นาที
ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล



จากนั้นแช่ในสีผสมอาหารสีชมพูและสีฟ้า 2 ระดับความเข้มข้น เป็นเวลา 5 นาที
ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล

**ขั้นตอนการแกะสลักหัวไชเท้า(ต่อ)**

↓

สุดท้ายแช่ด้วยสารเคลือบ 3 ชนิด ไดแก่ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ เป็นเวลา 3 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล

↓

บรรจุลงในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิทและใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ จากนั้นปิดผนึกให้สนิท

**แผนภูมิที่ ข.1** แสดงขั้นตอนการทดลองหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

# ภาคผนวก ค
# วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

# ค่าสี (Spectrophotometer) รุ่น CM-3500d

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์
3. คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบข้างบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสีจากนั้นลองสังเกตที่แถบข้างล่างขวาเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว
4. ทำการคาริเบตเครื่อง (Calibration) โดยคลิกที่ปุ่ม Calibration (ที่แถบข้างบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องข้างบนภายใน Target Mask
5. เมื่อคาริเบตเสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่พร้อมกับใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
6. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีที่วัดการสะท้อนของวัตถุด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุด้านบน)
7. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Targe ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง) จากนั้นทำตามข้อ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ค่า L* a* b*

การแสดงค่าสี ประกอบด้วย

1. ค่า L* หมายถึงค่าความสว่างมีค่าจาก 0 คือสีดำถึง 100 คือสีเขียว
2. ค่า a* หมายถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียวโดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีแดงและค่าลบแสดงถึงความเป็นสีเขียว
3. ค่า b* หมายถึงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินโดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลืองและค่าลบแสดงเป็นสีน้ำเงิน

# ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TAXA2i

เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TAXA2i ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Typical Texture Expert™ โดยใช้วิธีการวัดแบบ Measure Fore in Compression

การเตรียมตัวอย่างหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

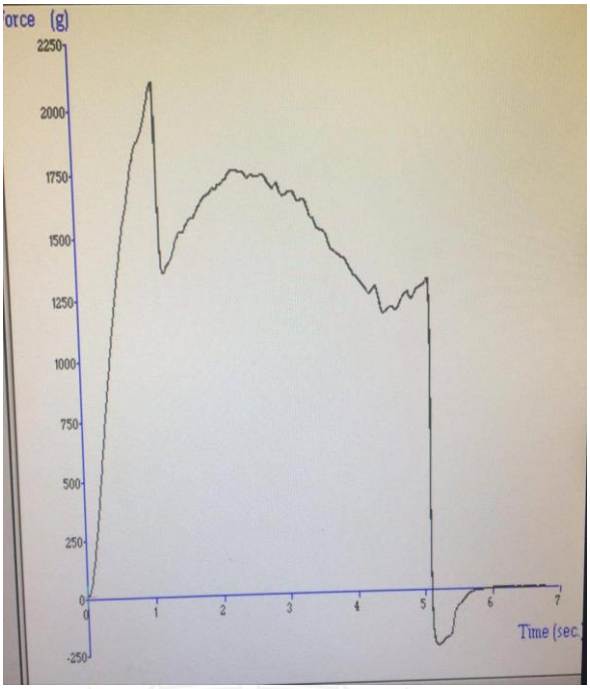
เตรียมตัวอย่างหัวไชเท้า มาตัดตามแนวขวาง (แนวแกน x) ให้มีความหนา 1 เซนติเมตรต่อหัวP6 เข้ากับเครื่องวัด กำหนดสภาวะในการทำงานของเครื่อง ดังแสดงในตารางผนวกข.1

**ตารางภาคผนวกค.1** สภาวะในการทำงานของเครื่อง

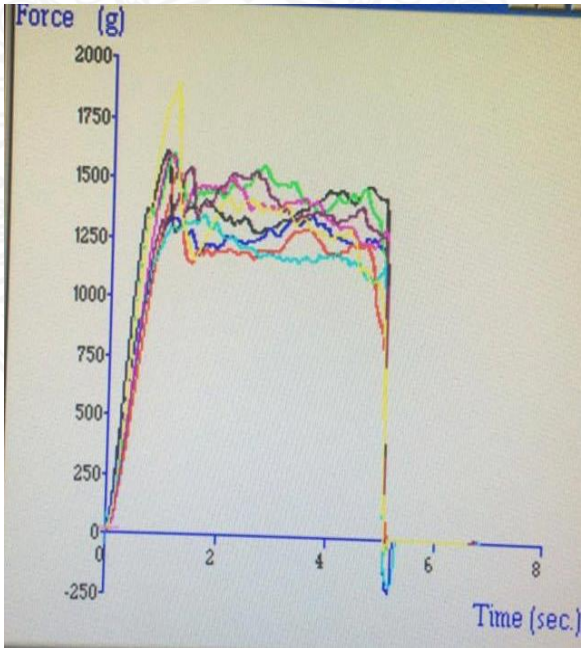
| Caption | Value | Units |
|---|---|---|
| Pre-Test Speed | 1.0 | mm./sec. |
| Test Speed | 2.0 | mm./sec. |
| Post-Test Speed | 10.0 | mm./sec. |
| Distance | 10 | mm. |
| Time | 3.00 | sec |
| Trigger type | Auto -5 | g |
| Data | 500 | pps |

การวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างแสดงผลเป็นค่าความแน่นเนื้อ (frimness)


orce (g)
2250
2000
1750
1500
1250
1000
750
500
250
0
-250
0
1
2
3
4
5
6
7
Time (sec.)

**ภาพ ค.** 1


Force (g)
2000
1750
1500
1250
1000
750
500
250
0
-250
0
2
4
6
8
Time (sec.)

**ภาพ ค.** 2

# ภาคผนวก ง
# วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์

**การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ AOAC**

**อุปกรณ์และเครื่องมือ**

1. ตัวอย่างอาหารที่ต้องการศึกษา น้ำหนัก 25 กรัม
2. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
3. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด
4. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
6. ตู้บ่มเชื้อ
7. หม้อนึ่งความดัน

หมายเหตุ : จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

**อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง**

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Typtone Glucose yeast Extract Agar (TYG)

**การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ**

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ปริมาณ 23.5 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายจนหมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

**วิธีการตรวจวิเคราะห์**

1. เจือจาง โดยใช้ตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำเกลือที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร ก็จะได้ความเจือจางเริ่มต้น $1:10^{1}$ เช่นเดียวกัน จากนั้นทำการเจือจางในน้ำเกลือที่ผ่านการฆ่าเชื้อต่อไปเรื่อยๆ

2. ใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อดูดสารละลายเชื้อที่มีวามเจือจางที่เหมาะสม เลือกความเจือจางเริ่มต้น $1:10^{1}$, $1:10^{2}$, $1:10^{3}$, $1:10^{4}$, $1:10^{5}$ และ $1:10^{6}$ ความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ โดยในแต่ละดับความเจือจางจะทำ 2 ซ้ำ

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่ยังเหลวอยู่ซึ่งมีอุณหภูมิประมาน 50-60 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่าง ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร ภายใน 1-5 นาที

4. หมุนจานเชื้อเบาๆ สลับไปมาตามเข็มนาฬิกาผสมสารละลายตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ในอาหารแข็งตัวจากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48±3 ชั่วโมง

**การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล**

หลังจากบ่มจากเพาะเชื้อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี ถ้าทำ 2 ซ้ำ รวมโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อจุลินทรีย์เข้าด้วยกันแล้วหารด้วย 2 จะเท่ากับจำนวนเฉลี่ยของโคโลนีที่นับได้ต่อ 1 ความเจือจางต่อจาน หาค่าจำนวนโคโลนีเฉลี่ยจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานการตรวจนับในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร (CFU/ml)

# ภาคผนวก จ
# ฉลากผลิตภัณฑ์

**ภาพที่** จ 1. ฉลากด้านหน้าของผลิตภัณฑ์

**ภาพที่** จ 2. ฉลากด้านหลังของผลิตภัณฑ์

# ภาคผนวก ฉ
# แผ่นพับ

## สรุปผลการทดลอง

ศึกษาชนิดสารเคลือบ 3 ชนิด คือ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์ พบว่าการเคลือบผิวสามารถช่วยป้องกันการระเหยน้ำออกจากเซลล์ ทำให้หัวไชเท้ายังคงมีลักษณะฉ่ำน้ำ มีความแน่นเนื้อไม่เหี่ยวง่าย 7 วัน จากการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นไม่เกิดเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สามารถเก็บไว้ไม่น้อยกว่า 7 วัน ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส แต่ในผักผลไม้แกะสลัก ถ้ามีลักษณะนิ่ม สีเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่สวยงามก็ไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์นั้น และลักษณะทางกายภาพ ค่าสี ความแน่นเนื้อที่ดีที่สุดในวันที่ 5 ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส ดังนั้นชนิดสารเคลือบที่ดีที่สุด คือ แซนแทนกัม เพราะคงความแน่นเนื้อและมีค่าสีที่ยังคงสภาพดีที่สุด

## เกร็ดความรู้

การออกแบบตกแต่งอาหาร เป็นการนำเอาศิลปะและความคิดสร้างสรรค์ตามแบบมาตรฐานสากลเพื่อมาปรับใช้กับอาหาร ทั้งนี้เพื่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและคุณค่าที่ช่วยสร้างความพึงพอใจได้ ประโยชน์สูงสุดที่สามารถก่อเกิดมูลค่าได้ โดยอาหารที่สวยงามจะถูกนำมาใช้ต่อไปเพื่อเชิงธุรกิจการค้า ซึ่งแนวคิดการออกแบบอาหารจะเน้นที่มีความสดใหม่ การนำเสนอความความเรียบง่ายที่ไม่ทำให้ดูรก แต่ทำให้มันเรียบหรูดูดีด้วยตัวของมันเอง เนื่องจากอาหารไทยเป็นอาหารที่มาจากชาววังและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเพราะมีความจัดจ้านของสีสันและรสชาติที่หลากหลาย


ติดต่อสอบถามหรือขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถ.ศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต
กรุงเทพมหานคร 10300
โทร. 02-281-9231 ต่อ 4 02-6653777
อริศรา โทร 095-5278623


# การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี
# The Study of Process to Extend Shelf-life of Radish (Raphanus sativus Linn.) Carving Dyed


**จัดทำโดย**

อริศรา หอมสิงห์ทอง
วราภรณ์ จำลอง
ภิรมญา บุญเจริญ

**อาจารย์ที่ปรึกษา**
ชมภูนุช เผื่อนพิภพ



โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก
โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่
ประจำปีการศึกษา 2558
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

## บทนำ

เนื่องจากวัฒนธรรมด้านอาหารของไทย ได้มีการนำเอางานแกะสลักผักและผลไม้มาตกแต่งทั้งประดับในจานอาหาร การจัดตกแต่งบนโต๊ะอาหารหรือสถานที่รับประทานอาหาร จนกลายเป็นเอกลักษณ์ของร้านอาหารไทย ที่จะต้องมีงานแกะสลักผักและผลไม้ตกแต่งบนจานอาหาร งานแกะสลักผักและผลไม้ได้กลายเป็นสิ่งที่ต้องประดิษฐ์ตกแต่งจานอาหารและหรือบนโต๊ะอาหาร เพื่อความสวยงามและแสดงถึงเอกลักษณ์ของอาหารไทยที่แท้จริง เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่อาหารงานแกะสลักผักและผลไม้เป็นงานที่ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญ นอกจากนั้นผักและผลไม้สดภายหลังการแกะสลักยังเป็นสิ่งที่มีชีวิต ยังต้องการสารอาหาร และออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจ ผลิตพลังงานสำหรับดำรงชีวิตต่อไป

ดังนั้นมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแกะสลัก เพื่อคงไว้ซึ่งคุณภาพรวมถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จะทำให้สถานประกอบการด้านอุตสาหกรรมการบริการอาหารสามารถนำผักและผลไม้สดแกะสลักไปใช้ตกแต่งบนจานอาหาร ให้เป็นที่ผู้บริโภคมีความประทับใจและซาบซึ้งถึงวัฒนธรรมอาหารไทย

## วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี
2. เพื่อศึกษาชนิดของสารเคลือบที่มีผลต่อการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี
3. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ จุลินทรีย์ของหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

### ขั้นตอนการทำหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

นำหัวไชเท้าแกะสลักไปแช่ในสารละลายเพอร์ออกซีแอซิติก 0.08 % และสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 1.5 %

แช่ในสีผสมอาหารสีชมพู ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05

แช่ด้วยสารเคลือบ 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์

บรรจุลงในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิทและใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ จากนั้นปิดผนึกให้สนิท

### ขั้นตอนการทำหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี

นำหัวไชเท้าแกะสลักไปแช่ในสารละลายเพอร์ออกซีแอซิติก 0.08 % และสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ 1.5 %

แช่ในสีผสมอาหารสีฟ้า ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 และ 0.05

แช่ด้วยสารเคลือบ 3 ชนิด ได้แก่ แซนแทนกัม เจลาติน และอาการ์

บรรจุลงในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิทและใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ ด้านหน้าใสด้านหลังทึบ จากนั้นปิดผนึกให้สนิท

# ภาคผนวก ช
## ใบขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเลือกสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลักที่เหมาะสมในการใช้ตกแต่งอาหาร

ฝ่ายวิชาการและวิจัย
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
รับที่ ฝ วจ 5๑๑ | 2559
วันที่ 13 มิ.ย. 2559
เวลา 9:14 น.

# บันทึกข้อความ

**ส่วนราชการ** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร

**ที่** วอ. ๘๗ / ๒๕๕๙ **วันที่** ๗ มิถุนายน ๒๕๕๙

**เรื่อง** ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเลือกสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลักที่เหมาะสมในการใช้ตกแต่งอาหาร

**เรียน** คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

เนื่องด้วยข้าพเจ้านางสาวอริศรา หอมสิงห์ทอง และ นางสาววราภรณ์ จำลอง และ นางสาวภิรมญา บุญเจริญ นักศึกษาชั้นปีที่ ๔ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร กำลังศึกษาโครงงานพิเศษ ในหัวข้อเรื่อง การศึกษากระบวนการยืดอายุแกะสลักหัวไชเท้าย้อมสี ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นตอนของกระบวนการเลือกสีย้อมหัวไชเท้าแกะสลักที่เหมาะสมและมีความสวยงามเหมาะต่อการตกแต่งจานอาหาร

ทั้งนี้จึงขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเลือกสีย้อม ๒ สี และ ๒ ระดับความเข้มข้นของสีย้อม เอกสารประกอบการพิจารณาเลือกแสดงดังแนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

อริศรา หอมสิงห์ทอง

(นางสาวอริศรา หอมสิงห์ทอง)
หัวหน้าโครงงานพิเศษ
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

เรียน หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
เพื่อโปรดพิจารณา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ

เรียน คณบดี
ขอแสดงเจตนา
ไม่

เรียน รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย
เพื่อโปรดพิจารณา ส่งเสริม สนับสนุน
เสื่อเชิญ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ราย

13.6.59
๑๓ มิ.ย. ๒๕๕๙

เรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงนามแล้ว ๑๓ มิ.ย. ๒๕๕๙

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
๑๓ มิ.ย. ๒๕๕๙

**แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ**
**โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี**

---

**ชื่อผู้เชี่ยวชาญ** อาจารย์ศักรินทร์ หงส์รัตนาวรกิจ

☑ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญได้

ลงชื่อ .....ศักรินทร์.....

(อาจารย์ศักรินทร์ หงส์รัตนาวรกิจ)

**แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ**
**โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี**

---

**ชื่อผู้เชี่ยวชาญ** อาจารย์ธนมลพรรณ เขื่อนปัญญา

☑ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญได้

ลงชื่อ ธนมลพรรณ เขื่อนปัญญา
(อาจารย์ธนมลพรรณ เขื่อนปัญญา)

**แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ**
**โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษากระบวนการยืดอายุหัวไชเท้าแกะสลักย้อมสี**

---

**ชื่อผู้เชี่ยวชาญ** อาจารย์คมกริช ฉายศรี

☑ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญได้

ลงชื่อ คมกริช ฉายศรี

(อาจารย์คมกริช ฉายศรี)

# ภาคผนวก ซ
# ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
# วัตถุเจือปนอาหาร

**ประกาศกระทรวงสาธารณสุข**
**(ฉบับที่ 363) พ.ศ. 2556**
**เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 2)**

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดเงื่อนไขการใช้และวิธีการแสดงฉลากวัตถุเจือปนอาหารเพื่อประโยชน์ในการคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภค

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 6 (1) (2) (4) (5) (6) (7) (9) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการ เกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจ ตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้เพิ่มความต่อไปนี้ เป็นข้อ 6/1 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 261) พ.ศ. 2547เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2547

“ข้อ 6/1การใช้วัตถุเจือปนอาหารนอกจากต้องเป็นไปตามข้อ 6 แล้ว ผู้ผลิตอาหารจะต้องจัดให้มีหลักฐานแสดงรายละเอียดของวัตถุเจือปนอาหารและวิธีการใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วย เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร”

ข้อ 2 ให้เพิ่มความต่อไปนี้ เป็นข้อ 8/1 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ. 2547 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2547

“ข้อ 8/1 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าวัตถุเจือปนอาหารเพื่อจำหน่ายจะต้องแสดงหลักฐานหรือให้ข้อมูล ที่จำเป็นเพื่อให้ผู้ผลิตอาหารสามารถควบคุมการใช้วัตถุเจือปนอาหารให้เป็นไปตามประกาศกระทรวง สาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร”

ข้อ 3 ให้ยกเลิกความในข้อ 10 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ. 2547 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2547 และให้ใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

“ข้อ 10 การแสดงฉลากวัตถุเจือปนอาหารให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ฉลาก ยกเว้นการแสดงฉลากของวัตถุเจือปนอาหารตามข้อ 3 ข้อ 4 ข้อ 5 และข้อ 6 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 194) พ.ศ. 2543 เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543 ให้ปฏิบัติ ดังนี้

ฉลากของวัตถุเจือปนอาหาร ต้องมีข้อความเป็นภาษาไทย และจะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ โดยจะต้องมีข้อความแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้เห็นได้ชัดเจนและอ่านได้ง่าย

(1) ชื่ออาหาร โดยมีคำว่า “วัตถุเจือปนอาหาร” หรือกลุ่มหน้าที่ (functional classes) ในอาหารกำกับไว้ด้วย เว้นแต่วัตถุเจือปนอาหารที่มีกลุ่มหน้าที่ในอาหารหลายหน้าที่ หรือเป็นวัตถุเจือปน อาหารลักษณะผสมให้กำกับด้วยคำว่า “วัตถุเจือปนอาหาร”

(2) เลขสารบบอาหาร

(3) ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุ สำหรับวัตถุเจือปนอาหารที่ผลิตในประเทศ ชื่อและ ที่ตั้งของผู้นำเข้าและประเทศผู้ผลิต สำหรับวัตถุเจือปนอาหารที่นำเข้า แล้วแต่กรณี สำหรับวัตถุเจือปน อาหารที่ผลิตในประเทศ อาจแสดงชื่อและที่ตั้งสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุก็ได้

(4) รุ่นที่ผลิต โดยมีคำว่า “รุ่นที่ผลิต” หรือข้อความอื่นที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ กำกับไว้ด้วย

(5) ปริมาณของวัตถุเจือปนอาหารเป็นระบบเมตริก

(5.1) วัตถุเจือปนอาหารที่เป็นของแข็ง ให้แสดงน้ำหนักสุทธิ

(5.2) วัตถุเจือปนอาหารที่เป็นของเหลว ให้แสดงปริมาตรสุทธิ

(5.3) วัตถุเจือปนอาหารที่มีลักษณะครึ่งแข็งครึ่งเหลว อาจแสดงเป็นน้ำหนักสุทธิหรือปริมาตรสุทธิก็ได้

(5.4) วัตถุเจือปนอาหารที่มีลักษณะเม็ดหรือแคปซูล (Tablet or Capsule) ให้แสดงเป็น น้ำหนักสุทธิและแสดงจำนวนเม็ดหรือแคปซูลด้วย

(5.5) วัตถุเจือปนอาหารที่มีลักษณะอื่น ๆ นอกจาก (5.1) - (5.4) ให้แสดงเป็นน้ำหนักสุทธิ

(6) เดือนและปีที่ผลิต หรือเดือนและปีที่หมดอายุการบริโภค โดยมีข้อความว่า “ผลิต... (ระบุเดือนและปี)...” หรือ “หมดอายุ...(ระบุเดือนและปี)...” หรือข้อความอื่นที่มีความหมายในทำนองเดียวกัน กำกับไว้ด้วย เว้นแต่วัตถุเจือปนอาหารที่มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน ๑๘ เดือน ต้องแสดงเดือนและปีที่ หมดอายุการบริโภค โดยมีข้อความว่า “หมดอายุ...(ให้ระบุเดือนและปี)...” หรือข้อความอื่นที่มีความหมายใน ทำนองเดียวกันกำกับไว้ด้วย เช่น “ใช้ได้ถึง...(ให้ระบุเดือนและปี)...”

(7) ส่วนประกอบของอาหาร ให้แสดงส่วนประกอบที่เป็นวัตถุเจือปนอาหาร และส่วนประกอบอื่น นอกเหนือจากวัตถุเจือปนอาหารตามลำดับ ดังนี้

(7.1) ส่วนประกอบที่เป็นวัตถุเจือปนอาหาร ให้แสดงชื่อและปริมาณของวัตถุเจือปนอาหาร เป็นร้อยละโดยน้ำหนักเรียงจากมากไปหาน้อย และชื่อของวัตถุเจือปนอาหารต้องเป็นชื่อเฉพาะ ตามมาตรฐานทั่วไปสำหรับการใช้วัตถุเจือปนอาหารของโคเด็กซ์ (Codex General Standard for Food Additives) ฉบับล่าสุด หรือตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และต้อง มีตัวเลขตาม International Numbering System (INS) for Food Additives กำกับไว้ด้วย แล้วแต่กรณี

สำหรับวัตถุเจือปนอาหารที่จำหน่ายให้แก่ผู้ผลิตอาหารเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในการแปรรูปอาหารเพื่อจำหน่ายซึ่งมิใช่เป็นการจำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค หรือวัตถุเจือปนอาหาร ที่จำหน่ายให้แก่ผู้แบ่งบรรจุวัตถุเจือปนอาหารเพื่อจำหน่าย อาจแสดงเฉพาะชื่อของวัตถุเจือปนอาหาร และตัวเลขตาม International Numbering System (INS) for Food Additives กำกับไว้ด้วย โดยเรียงลำดับตามน้ำหนักจากมากไปหาน้อย

(7.3) ส่วนประกอบอื่นนอกเหนือจากวัตถุเจือปนอาหาร ให้แสดงชื่อของส่วนประกอบอื่นนั้น เรียงตามปริมาณจากมากไปหาน้อย

กรณีที่ส่วนประกอบอื่นมีวัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารเป็นส่วนผสม อาจแสดงข้อความว่า “มีวัตถุแต่งกลิ่นรสอาหาร” หรือ “มีวัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารธรรมชาติ” หรือ “วัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารเลียนธรรมชาติ” หรือ “วัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารสังเคราะห์” แล้วแต่กรณี แทนการแสดงชื่อของวัตถุแต่งกลิ่นรสนั้น ๆ ก็ได้ และกรณีที่ส่วนประกอบอื่นมีเครื่องเทศหรือสมุนไพรเป็นส่วนผสม อาจแสดง

ข้อความว่า “เครื่องเทศ” หรือ “สมุนไพร” แล้วแต่กรณี แทนการแสดงชื่อของเครื่องเทศหรือสมุนไพรนั้น ๆ ก็ได้ ทั้งนี้ ไม่รวมถึงวัตถุเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสอาหาร (flavor modifiers)

(8) วิธีการใช้ ที่เข้าใจได้ง่ายและปฏิบัติได้ถูกต้อง โดยอย่างน้อยต้องระบุ

(8.1) วัตถุประสงค์การใช้

(8.2) ชนิดของอาหารที่ใช้

(8.3) ปริมาณการใช้ในอาหาร

(9) คำแนะนำในการเก็บรักษา

(10) ข้อจำกัดในการใช้และคำเตือนหรือข้อควรระวัง (ถ้ามี)

การแสดงข้อความตาม (1) (5) และ (6) ให้แสดงในตำแหน่งที่สามารถเห็นได้ชัดเจน กรณีการแสดงข้อความตาม (6) ไว้ที่ด้านล่างของภาชนะบรรจุ ต้องมีข้อความที่ฉลากที่สื่อได้ชัดเจน ถึงตำแหน่งที่แสดงเดือนและปีที่ผลิต หรือเดือนและปีที่หมดอายุการบริโภค

กรณีวัตถุเจือปนอาหารที่ผลิต หรือนำเข้าเพื่อจำหน่ายให้ผู้ผลิตอาหาร เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในการแปรรูปอาหารเพื่อจำหน่ายซึ่งมิใช่เป็นการจำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค หรือวัตถุเจือปนอาหาร ที่จำหน่ายให้แก่ผู้แบ่งบรรจุวัตถุเจือปนอาหารเพื่อจำหน่าย อย่างน้อยต้องแสดงรายละเอียดตาม (1) (2) (3) (4) (5) และ (6) ไว้บนฉลาก และต้องมีข้อความว่า “เป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปอาหารเท่านั้น” หรือข้อความอื่นที่มีความหมายในทำนองเดียวกันกำกับไว้ด้วย โดยอาจแสดงข้อความเป็นภาษาอังกฤษก็ได้ เว้นแต่มีการแสดงร้อยละของวัตถุเจือปนอาหารตาม (7.1) ไว้แล้ว มิต้องแสดงข้อความดังกล่าวก็ได้ ทั้งนี้ ต้องมีการแสดงรายละเอียดเป็นภาษาไทยที่ครบถ้วนตามข้อ 10 ที่เห็นได้ชัดเจนและอ่านได้ง่าย ไว้ในคู่มือหรือเอกสารประกอบการจำหน่ายทุกครั้ง”

ข้อ 4 ให้เพิ่มความต่อไปนี้ เป็นข้อ 10/1 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ. 2547 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2547

“ข้อ 10/1 ฉลากของวัตถุเจือปนอาหารที่ผลิตเพื่อส่งออกจะแสดงข้อความเป็นภาษาใดก็ได้ แต่อย่างน้อยต้องระบุ

(1) ประเทศผู้ผลิต

(2) เลขสารบบอาหาร หรือเลขที่สถานที่ผลิต

(3) รุ่นที่ผลิตโดยมีคำว่า “รุ่นที่ผลิต” กำกับไว้ด้วยหรือข้อความอื่นที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้”

ข้อ 5 ให้ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้า ซึ่งวัตถุเจือปนอาหารที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศ นี้ใช้บังคับ ต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ และอาจใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปได้ แต่ต้องไม่เกินหนึ่งปีนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 6 ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวันนับตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2556

ประดิษฐ สินธวณรงค์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

# ภาคผนวก ฌ
# ประวัติผู้ศึกษา

# ประวัติผู้ศึกษา

**ชื่อ นามสกุล** นางสาวอริศรา หอมสิงห์ทอง
**วัน เดือน ปีที่เกิด** 15 มีนายน 2537
**ที่อยู่ปัจจุบัน** บ้านเลขที่ 755/101 หมู่ 4 ซอย 8 ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ 10280

**ประวัติการศึกษา**

| **วุฒิการศึกษา** | **ชื่อสถาบัน** | **ปีที่สำเร็จการศึกษา** |
|---|---|---|
| ประถมศึกษา | โรงเรียนปราณีเนาวบุตร | 2548 |
| มัธยมศึกษาตอนต้น | โรงเรียนมัธยมหาดอมราอักษรลักษณ์วิทยา | 2551 |
| มัธยมศึกษาตอนปลาย | โรงเรียนมัธยมหาดอมราอักษรลักษณ์วิทยา | 2554 |

# ประวัติผู้ศึกษา

**ชื่อ นามสกุล** นางสาววราภรณ์ จำลอง
**วัน เดือน ปีที่เกิด** 15 มีนายน 2537
**ที่อยู่ปัจจุบัน** บ้านเลขที่ 146 ตำบลท้ายบ้าน อำเภอเมือง
จังหวัดสมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ 10280

**ประวัติการศึกษา**

| **วุฒิการศึกษา** | **ชื่อสถาบัน** | **ปีที่สำเร็จการศึกษา** |
|---|---|---|
| ประถมศึกษา | โรงเรียนบ้านคลองหลวง | 2548 |
| มัธยมศึกษาตอนต้น | โรงเรียนมัธยมหาดอมราอักษรลักษณ์วิทยา | 2551 |
| มัธยมศึกษาตอนปลาย | โรงเรียนมัธยมหาดอมราอักษรลักษณ์วิทยา | 2554 |

# ประวัติผู้ศึกษา

**ชื่อ นามสกุล** นางสาวภิรมญา บุญเจริญ
**วัน เดือน ปีที่เกิด** 27 มิถุนายน 2536
**ที่อยู่ปัจจุบัน** บ้านเลขที่ 46/2 หมู่ 3 ตำบลคอกกระบือ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รหัสไปรษณีย์ 74000

**ประวัติการศึกษา**

| **วุฒิการศึกษา** | **ชื่อสถาบัน** | **ปีที่สำเร็จการศึกษา** |
|---|---|---|
| ประถมศึกษา | โรงเรียนบ้านบางปิ้ง | 2548 |
| มัธยมศึกษาตอนต้น | โรงเรียนมัธยมสมุทรสาครวิทยาลัย | 2551 |
| มัธยมศึกษาตอนปลาย | โรงเรียนมัธยมสมุทรสาครวิทยาลัย | 2554 |