# รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

**การประเมินคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ขายในจังหวัดสระแก้ว**

Evaluation of Physical-Chemical Characteristics and Microbiological Quality of Fresh-Cut Cantaloupe Sale in Sa Kaeo Province


| | |
|---|---|
| นาย ไกรยศ แซ่ลิ้ม | หัวหน้าโครงการวิจัย |
| นางสาว กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ | ผู้ร่วมโครงการวิจัย |
| นาย ศุภศิลป์ มณีรัตน์ | ที่ปรึกษาโครงการวิจัย |



โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
มหาวิทยาลัยบูรพา

สัญญาเลขที่ 3/2560

# รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

## การประเมินคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ขายในจังหวัดสระแก้ว

## Evaluation of Physical-Chemical Characteristics and Microbiological Quality of Fresh-Cut Cantaloupe Sale in Sa Kaeo Province


**หัวหน้าโครงการวิจัย**

**นาย ไกรยศ แซ่ลิ้ม** คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา

**ผู้ร่วมโครงการวิจัย**

**นางสาวกัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ** คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา

**ที่ปรึกษาโครงการวิจัย**

**นาย ศุภศิลป์ มณีรัตน์** คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ตุลาคม 2559

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งที่จำหน่ายในจังหวัดสระแก้ว และนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์เพื่อประเมินความเสี่ยงทางด้านจุลินทรีย์ที่มีผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและหาแนวทางในการป้องกันของแคนตาลูปตัดแต่งในอนาคต โดยงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 3/2560

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ศุภศิลป์ มณีรัตน์ ที่ปรึกษาโครงการวิจัยสำหรับคำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้

รวมทั้งขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม 2561

# บทคัดย่อ

แคนตาลูปเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในจังหวัดสระแก้ว โดยมีการขายทั้งในรูปแบบผลสดและตัดแต่ง ซึ่งวางขายทั่วไปในตลาดกลางแจ้ง ด้วยเหตุนี้คุณภาพและความปลอดภัยจึงขึ้นกับสภาพการเก็บรักษา ในการทดลองนี้ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณของจุลินทรีย์ของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว โดยการเก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านหาบเร่แผงลอยและซุปเปอร์มาร์เก็ต จำนวน 30 ร้าน ประกอบด้วย ร้านหาบเร่แผงลอย จำนวน 17 ร้าน และซุปเปอร์มาร์เก็ต จำนวน 13 ร้าน โดยนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณของจุลินทรีย์ พบว่าแคนตาลูปตัดแต่งมีคุณภาพทางกายภาพของเนื้อผลดังนี้ ค่าความสว่าง (L* value) ในช่วง 56.92-77.41 ค่าความเข้มสี (C* value) มีค่าอยู่ในช่วง 20.56-39.81 ค่าสี (Hue value) ในช่วง 71.38-112.56 และค่าความแน่นเนื้อในช่วง 2.32-11.96 นิวตัน มีค่าคุณภาพทางเคมีของเนื้อผลดังนี้ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในช่วง 7.16-14.86 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ มีค่าอยู่ในช่วง 0.004-0.013 เปอร์เซ็นต์ การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ มีค่าอยู่ในช่วง 10.29-39.18 เปอร์เซ็นต์ และค่าวอเตอร์แอคทิวิตีในช่วง 0.976-0.999 ผลการทดสอบที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาสำหรับผลไม้ตัดแต่งของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่าตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งมีความปลอดภัยต่อการบริโภคตามเกณฑ์ 11 ตัวอย่างจาก 30 ตัวอย่าง คิดเป็น 36.67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง $4.x10^{3}$–$3.56x10^{6}$ CFU/g และปริมาณเชื้อยีสต์และราทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00–$1.40x10^{5}$ CFU/g แสดงให้เห็นว่าผลไม้สดหั่นชิ้นมีความเสี่ยงสูงของการปนเปื้อนของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ จึงควรนำการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค (Good Manufacturing Practices, GMP) ในระหว่างการเตรียมและการจำหน่ายมาใช้ เพื่อลดปริมาณและชนิดของเชื้อในผลไม้สดหั่นชิ้นให้อยู่ในระดับที่ความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

**คำสำคัญ:** แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค, คุณภาพทางกายภาพ เคมี, ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด, เชื้อยีสต์และราทั้งหมด

# Abstract

Cantaloupe is an important economic fruit in Sakeao Province. Fresh products have been sold both whole and fresh-cut fruits, and also sold in open-air market. Hence, the quality and food safety of these products are depended on the storage environment. The objectives of this study were to investigate the physicochemical qualities and microbial population of fresh-cut cantaloupe in Sakaeo province. The fresh–cut cantaloupe samples were collected from 30 stores which were included 17 stores of street food and 13 stored of supermarkets. The samples were analyzed to physicochemical qualities and microbial population count. The results showed that the physical qualities of fresh-cut cantaloupe pulp were L* value in the range of 56.92-77.41, C* value in the range of 20.56-39.81, hue (H°) value in the range of 71.38-112.56 and firmness in the range of 2.32-11.96 N. The chemical qualities of pulp were total soluble solids (TSS) content in the range of 7.16-14.86%, tritratable acidity in the range of 0.004-0.013%, electrolyte leakage in the range of 10.29-39.18% and water activity ($a_w$) in the range of 0.976-0.999. According to the microbiological guidelines for ready-to-eat fruit issued by the Department of Medical Science, it was found that 36.67% (11/30) of samples complied with the criteria. Total count of bacteria was found to be $4.x10^3$–$3.56x10^6$ CFU/g and the counts of yeasts and molds were 0.00–$1.40x10^5$ CFU/g. Therefore, the sanitary quality of the processing of the produce should be concerned by applying Good Manufacturing Practices for ready-to-eat fresh-cut fruits (GMP) during preparation and selling. This will help controlling contamination of products and make the fruits safe for consumption.

**Keywords**: fresh-cut cantaloupe, physicochemical quality, total count of bacteria, yeasts and molds

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญภาพ | จ |
| สารบัญตาราง | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 ตรวจเอกสาร | 3 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 18 |
| บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย | 26 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย | 54 |
| ผลผลิต (Output) | 53 |
| เอกสารอ้างอิง | 54 |
| ภาคผนวก | 56 |
| ประวัตินักวิจัย | 62 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | แคนตาลูปสายพันธุ์ต่างๆ ที่นิยมปลูก พันธุ์สกายรอคเก็ท (A), พันธุ์รอคเมลอน (B), พันธุ์ซันเลดี้ (C) พันธุ์ฮันนี่ เวิลด์ (D) พันธุ์เจด ดิว (E) และพันธุ์รักบี้สตาร์ (F) | 3 |
| 3.1 | ภาพแสดงตัวอย่างแหล่งที่มาของตัวอย่างแคนตาลูป | 18 |
| 3.2 | ภาพแสดงลักษณะของบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ | 19 |
| 3.3 | L*, C* and H° color space | 20 |
| 3.4 | ภาพการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ | 22 |
| 4.1 | ความแน่นเนื้อ (Firmness; N) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 28 |
| 4.2 | ค่าความสว่าง (L* value) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 29 |
| 4.3 | ค่าความเข้มสี (Chroma; C* value) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 30 |
| 4.4 | ค่าสี (Hue value) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 31 |
| 4.5 | ภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคจากร้านตัวอย่างที่ 1-30 | 32 |
| 4.6 | ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids (TSS); %) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 37 |
| 4.7 | ปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ (Tritratable acidity; %) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 38 |
| 4.8 | เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte leakage; %) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 40 |
| 4.9 | ค่า water activity ($a_w$) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว | 41 |
| 4.10 | แสดงตัวอย่างจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอาหาร Pate Count Agar (PCA) | 46 |
| 4.11 | การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนอาหาร Baird Parker (BP) agar | 46 |
| 4.12 | การทดสอบ Coagulase test | 47 |
| 4.13 | การทดสอบ presumptive test for coliform ในอาหาร LST Broth | 49 |
| 4.14 | การทดสอบ Confirmed test for coliforms ในอาหาร BGLB Broth | 49 |

| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.15 | การทดสอบ Confirmed test for fecal coliforms ในอาหาร EC Broth | 49 |
| 4.16 | การตรวจหาเชื้อ *Escherichia coli* บนอาหาร L-EMB agar | 50 |
| 4.17 | การทดสอบ Indole ของเชื้อ *Escherichia coli* ที่เจริญในอาหาร Tryptone Broth | 52 |
| 4.18 | การทดสอบ MR (ก.) และ VP (ข.) ของเชื้อ *Escherichia coli* | 52 |
| 4.19 | การทดสอบการใช้ citrate ของเชื้อ *Escherichia coli* ในอาหาร Koser'scitrate broth | 52 |
| 4.20 | หญ้าหงอนเงือก *Murdannia gigantea* (Vahl) G.Brückn. | 49 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.1 | ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว | 41 |
| 4.2 | ค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่เก็บในระยะเวลาต่างๆ และแหล่งต่างกันในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว | 45 |
| 4.3 | ผลการทดสอบทางชีวเคมีของเชื้อ *Staphylococcus aureus* | 47 |
| 4.4 | ผลการตรวจวิเคราะห์ coliforms, fecal coliforms และ *Escherichia coli* ของแคนตาลูปตัดแต่ง | 50 |
| 4.5 | การทดสอบ IMViC test ของเชื้อ *Escherichia coli* | 53 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แคนตาลูปเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดสระแก้ว มีการส่งเสริมให้มีการปลูกอย่างกว้างขวาง แคนตาลูปมีเนื้อหนาสีส้ม มีกลิ่นหอม และอุดมไปด้วยวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินบี เป็นต้น และแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม เหล็ก เป็นต้น นอกจากนี้แคนตาลูปยังมีสรรพคุณและประโยชน์อีกมากมาย เช่น ช่วยบำรุงสายตา ช่วยบำรุงผิวพรรณ ชะลอวัย ลดริ้วรอย ช่วยต้านการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันต่อโรค เป็นต้น (เว็บไซต์เมดไทย, 2559) จึงทำให้แคนตาลูปได้รับความนิยมบริโภคในปัจจุบัน ซึ่งนิยมนำมาบริโภคในรูปผลสดโดยเฉพาะอย่างยิ่งนำมาตัดแต่งพร้อมบริโภค (fresh-cut products) เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคโดยมีจำหน่ายในหลายสถานที่ ได้แก่ ซุปเปอร์มาร์เก็ต ตลาดสด ร้านหาบเร่แผงลอย เป็นต้น อย่างไรก็ตามแคนตาลูปตัดแต่งเป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานสด ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนจึงสามารถทำให้ผู้บริโภคเจ็บป่วยได้ เนื่องจากได้รับเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาจากผลของแคนตาลูปในระหว่างการปลูก หรือมาจากกระบวนการแปรรูปในการตัดแต่ง นอกจากนี้แคนตาลูปตัดแต่งยังสามารถพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากการบรรจุได้

แคนตาลูปมีพีเอชประมาณ 5.2 – 6.7 และมีวอเตอร์แอคทิวิตี (*water activity*) ประมาณ 0.97 – 0.99 (Jung et al., n.d.) ซึ่งเหมาะกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคหลายชนิด เช่น *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella*, *Staphylococcus aureus* และ *Listeria monocytogenes* เป็นต้น นพมาศ สะพู และคณะ (2556) ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลไม้สดหั่นชิ้นจากร้านหาบเร่แผงลอยที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร พบว่าแคนตาลูปมีการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* การปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในแคนตาลูปอาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของอุจจาระซึ่งบอกถึงลักษณะสุขาภิบาลการผลิตของอาหารและน้ำไม่สะอาดเพียงพอและมีแนวโน้มที่จะมีแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหารเช่น *Salmonella* และ *Shigella* ซึ่งเป็นแบคทีเรียในกลุ่มเดียวกันปนเปื้อนอยู่ในอาหารและน้ำที่ใช้ในการผลิตในขณะที่การปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในแคนตาลูปมาจากผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีจึงถูกใช้เป็นดัชนีตัวหนึ่งที่ใช้บ่งชี้คุณภาพอาหารทางด้านสุขาภิบาล หากกระบวนการผลิตมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบการผลิตและมีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีจะสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* ในตัวอย่างอาหารได้

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแคนตาลูปตัดแต่งจึงมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ และผู้บริโภคจึงควรตะหนักถึงความปลอดภัยในการบริโภคแคนตาลูปตัดแต่งดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงสนใจศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว เพื่อเป็น

ข้อมูลในการเฝ้าระวังความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ของแคนตาลูปตัดแต่ง และใช้เป็นแนวทางในการหาวิธีการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในแคนตาลูปตัดแต่งต่อไป

**1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งที่จำหน่ายในจังหวัดสระแก้ว
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงทางด้านจุลินทรีย์ที่ผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและหาแนวทางในการป้องกันของแคนตาลูปตัดแต่ง

**1.3 ขอบเขตของการวิจัย**

เลือกซื้อตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว นำมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายและทางเคมีของแคนตาลูปตัดแต่งและตรวจความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์โดยตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมการแพทย์

**1.4 กรอบแนวความคิดของการวิจัย**

แคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ได้แก่ ห้างสรรพสินค้า ร้านหาบเร่แผงลอย เป็นต้น โดยส่วนใหญ่เป็นแคนตาลูปตัดแต่งที่ผ่านกรรมวิธีที่ไม่ถูกหลักการสุขาภิบาลอาหารที่ดี ซึ่งอาจมีความเสี่ยงที่ก่ออันตรายต่อผู้บริโภคได้ เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ ในแคนตาลูปตัดแต่งได้ง่าย ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังและหาแนวทางในการควบคุมคุณภาพของแคนตาลูปตัดแต่งที่วางจำหน่ายให้ถูกหลักการสุขาภิบาลอาหารที่ดี เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้บริโภคต่อไป

**1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานคุณภาพของแคนตาลูปตัดแต่งที่วางจำหน่ายในจังหวัดสระแก้ว
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในแคนตาลูปตัดแต่งที่วางจำหน่ายในจังหวัดสระแก้ว
3. สามารถบ่งบอกถึงสาเหตุการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในแคนตาลูปตัดแต่งเพื่อให้ผู้บริโภคได้ตระหนักถึงความปลอดภัย
4. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้การบริหารจัดการต่อไป

# บทที่ 2
# ตรวจเอกสาร

**2.1 แคนตาลูป (Cantaloupe)** (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2561)

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*

จัดอยู่ในวงศ์: Cucurbitaceae

สกุล: *Cucermis*

ชนิด: *C. melo*

แคนตาลูปมีชื่อสามัญหลายชื่อ ได้แก่ แตงเทศ หรือแตงฝรั่ง มีลักษณะทั่วไปคล้ายแตงไทย มีลักษณะผลกลม สีผิวของผลมีหลายสี ได้แก่ สีเขียว สีเหลือง สีขาว หรือสีน้ำตาล ผิวของเปลือกผลมีหลายลักษณะทั้งผิวเรียบ หรือมีลายคล้ายร่างแห หรือตาข่ายสีขาว หรือสีฟางแห้งคลุมตลอดทั้งผล เมื่อผลมีการเจริญเต็มที่มีสีส้ม หรือสีจำปา มีกลิ่นหอม รสชาติหวาน

**ภาพที่ 2.1** แคนตาลูปสายพันธุ์ต่างๆ ที่นิยมปลูก พันธุ์สกายรอคเก็ท (A), พันธุ์รอคเมลอน (B), พันธุ์ซันเลดี้ (C) พันธุ์ฮันนี่ เวิลด์ (D) พันธุ์เจด ดิว (E) และพันธุ์รักบี้สตาร์ (F)

**2.2 แคนตาลูปพันธุ์ที่นิยมปลูกมีหลายพันธุ์** (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2561) (ภาพที่ 2.1) ได้แก่

**พันธุ์ซันเลดี้** มีผลกลมรีรูปไข่ เปลือกมีผิวเกลี้ยง สีขาวครีม เนื้อหนาสีส้ม นุ่ม มีน้ำมาก รสหวานจัด และมีกลิ่นหอม ปลูกง่าย ติดผลมาก แต่มีอายุสั้น

**พันธุ์ฮันนี่ เวิลด์** ผลมีรูปทรงเหมือนลูกโลก ผิวเกลี้ยงสีขาวครีม เนื้อในสีเขียวอ่อน เนื้อนุ่มและมีรสหวาน มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1.7 กิโลกรัมต่อผล

**พันธุ์สกายรอคเก็ท** ลักษณะของผลทรงกลม สีเขียว มีลายร่างแห เนื้อในสีเขียว รสหวาน มีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัมต่อผล

**พันธุ์เจด ดิว** ผลเกือบกลม ขนาดค่อนข้างใหญ่ ผิวของผลเรียบ มีลายเส้นเล็กน้อย ผิวของผลสีเขียวอมเหลือง เนื้อหนาสีเขียว มีรสหวานมาก มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1.3 กิโลกรัมต่อผล

**พันธุ์สโมร์ชาร์ม** มีผลกลมคล้ายลูกโลก ผิวของผลมีสีเหลืองครีม ผิวผลเกลี้ยง เนื้อสีส้มอ่อนหรือสีชมพู เนื้อหนากรอบ และอ่อนนุ่ม มีน้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัมต่อผล เจริญเติบโตได้ดีแม้ในที่ที่มีอากาศค่อนข้างเย็น

**พันธุ์ซันไรท์** ผลมีสีเหลืองอ่อน มีลายเป็นตาข่ายทั้งผล เนื้อในมีสีส้มอ่อนๆ เนื้อนุ่ม มีน้ำมาก มีกลิ่นหอม ปลูกง่าย เป็นแตงพันธุ์เบา ติดผลมาก แต่มีอายุสั้น

**พันธุ์ซูก้าบอลล์** ผลมีผิวเรียบ สีครีมหรือเกือบขาว เนื้อหนา สีหยกเขียว หวานจัด รสชาติดี ขนาดของผลปานกลาง มีน้ำหนักประมาณ 800 กรัมต่อผล ทนทานต่อความร้อนได้ดี ลักษณะของต้นกะทัดรัด ปลูกระยะถี่ได้

**พันธุ์มิลกี้เวย์** ผลมีสีเขียวโปร่งแสง ผลโตขึ้นเปลี่ยนเป็นสีขาวครีม เนื้อหนา กลิ่นหอมแรง มีปริมาณน้ำตาลสูง ผลใหญ่ น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1 - 2 กิโลกรัมต่อผล มีลำต้นแข็งแรง ปลูกง่าย ผลดก

**พันธุ์ซิลเวอร์ไลท์** มีผลทรงแป้น ผิวของผลสีขาวอมเขียว เนื้อสีเขียวอ่อน รสหวาน ผลมีน้ำหนักประมาณ 400 กรัมต่อผล เป็นแตงพันธุ์เบาที่มีลำต้นแข็งแรง ปรับเข้ากับสภาพอากาศที่ร้อนชื้นได้ดี

**พันธุ์โกลเด้นบิวตี้** ลักษณะเนื้อในมีสีขาวขุ่น เนื้อนุ่ม กรอบ รสหวาน น้ำหนักประมาณ 400 กรัมต่อผล มีลำต้นแข็งแรง ผลดก

**พันธุ์บิลเซพทูรี** ผลมีลักษณะกลมยาว ผิวของผลสีเหลืองอมเขียวอ่อนๆ เมื่อสุกจะมีลายเป็นร่างแหลางๆ เนื้อหนา สีส้มอ่อนๆ เนื้อนุ่ม กรอบ รสชาติดี

**พันธุ์สวอน** ลักษณะของผลเกือบกลม ผิวของผลจะเรียบ มีสีขาว มีร่องตื้นๆ เนื้อสีขาว รสหวานอร่อย ให้ผลประมาณ 6 - 8 ผลต่อต้น

**พันธุ์เมอริสนัมเบอร์ทู** ผลสีเหลืองสดใส ผิวเรียบ เนื้อหนาปานกลางสีขาว และกรอบ

**พันธุ์เรดควีน** ลักษณะของผลเกือบกลม ผิวเรียบ เมื่อสุกมีสีเหลืองครีม เนื้อมีน้ำมาก รสหวานกลมกล่อม มีปริมาณน้ำตาลสูง มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1 กิโลกรัมต่อผล

**พันธุ์ซิลเวอร์สตาร์** ผลกลมและใหญ่ เปลือกค่อนข้างเรียบ มีลายน้อยหรืออาจไม่มีลายเลย ผิวของผลสีครีมหรือสีเกือบขาว เนื้อในมีสีเขียวอมขาว รสหวานจัด มีรสชาติดี มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 2 กิโลกรัมต่อผล

**พันธุ์ซัน บิวตี้** ผลกลมสีขาวอมเหลือง ผิวมีร่องตื้นๆ สีเขียวอ่อน เนื้อหนาสีขาว มีน้ำมาก รสชาติดีมาก

**พันธุ์เจด** ผลมีทรงกลม ผิวของผลมีลักษณะเรียบ มีสีขาวอมเขียว เนื้อในหนาปานกลางสีเขียวอ่อน กรอบ รสหวาน มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 500 กรัมต่อผล

**พันธุ์โกลเด้นไลท์** ลักษณะผลยาวป้อมสีเหลืองทอง เนื้อในสีขาว กรอบ มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 400 กรัมต่อผล

**พันธุ์เดลิเกทส์** ผลลายเป็นร่างแห เนื้อหนา สีเขียว เนื้อนุ่ม รสหวานและมีกลิ่นหอม ปลูกได้ทั้งในเรือนกระจกและกลางแจ้ง

**2.3 แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค**

ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคหรือผลไม้สดพร้อมบริโภค (fresh-cut fruit) หมายถึง ผลไม้สดที่ผ่านขั้นตอนการผลิต โดยเซลล์ผลไม้ยังมีชีวิตอยู่ โดยส่วนใหญ่ผลไม้สดที่ผู้ขายจะนำมาล้าง ปอก เปลือก ผ่าซีก เอาไส้และเมล็ดออก ตัดแต่ง หั่นชิ้น บรรจุใส่ภาชนะและวางจำหน่ายให้ผู้บริโภคเลือกซื้อได้ตามใจชอบและสามารถนำไปบริโภคได้ทันที ทำให้ประหยัดเวลา ปัจจุบันจึงมีผลไม้สดพร้อมบริโภควางจำหน่ายเพิ่มมากขึ้น ทั้งในตลาดสด และซุปเปอร์มาร์เก็ต เช่น สับปะรด แตงโม แคนตาลูป ส้มโอ มะละกอสุก มะม่วงดิบ ชมพู่ และขนุน ฝรั่ง เป็นต้น

แคนตาลูป (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดสระแก้ว มีเนื้อหนาสีส้ม กรอบ มีกลิ่นหอม เปลือกนอกแข็ง ทนต่อโรคและแมลง สามารถขนส่งได้ระยะทางไกลโดยไม่เสียหาย (สำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้ว, 2557) เป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคในรูปผลสด ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการผลผลิตที่ผ่านการตัดแต่งพร้อมบริโภคมากยิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองความสะดวกและพฤติกรรมในการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป โดยแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นที่นิยมทั้งในตลาดซุปเปอร์มาเก็ต ตลาดทั่วไป และหาบเร่แผงลอย มีจำหน่ายตอบสนองความสะดวกของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก

**2.4 การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค (Good manufacturing practices for ready-to-eat fresh pre-cut fruits and vagetables) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)**

ข้อกำหนดของการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค ให้เป็นไปตามต่อไปนี้

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| **1. สถานประกอบการ** (1) ที่ตั้ง | 1.1 ต้องอยู่ในบริเวณที่ไม่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากอันตรายที่ส่งผลกระทบกับความปลอดภัยของผู้บริโภค และห่างจากแหล่งที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อน เช่น บริเวณที่มีมลพิษจากแหล่งอุตสาหกรรม บริเวณที่น้ำท่วมถึงได้ บริเวณที่อาศัยของสัตว์พาหะนำโรค และบริเวณที่มีของเสียสะสมจนไม่สามารถขจัดออกได้ |
| | 1. 2 หากตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน ต้องมีมาตรการป้องกันอันตรายที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม |
| | 1.3 กรณีที่เคยเกิดเหตุวิกฤตที่มีผลต่อที่ตั้งสถานประกอบการ เช่น อุ ทกภัย ต้องมีหลักฐานการทวนสอบระบบเพื่อยืนยันการแก้ไขระบบการผลิตให้เข้าสู่สภาวะปกติ |
| (2) อาคารผลิต | 1.4 แยกบริเวณผลิตออกเป็นสัดส่วนไม่ปะปนกับที่อยู่อาศัย |
| | 1.5 โครงสร้างภายในอาคาร และส่วนประกอบต้อง แข็งแรง ทนทาน ง่ายต่อการบำรุงรักษาและการทำความสะอาดหรือการฆ่าเชื้อ |
| | 1.6 พื้นของอาคารผลิตทำด้วยวัสดุทนทาน ทำความสะอาดได้ ง่ายต่อการบำรุงรักษา ไม่ลื่น ไม่ดูดซับน้ำ ไม่แตกร้าว อยู่ในสภาพดี และมีความลาดเอียงไปทางท่อระบายน้ำ เพื่อให้สามารถระบายน้ำได้ดี |
| | 1.7 เพดานอยู่ในสภาพดี ไม่มีการสะสมของสิ่งสกปรกหรือหยดน้ำเกาะ |
| | 1.8 ผนัง ประตู และหน้าต่างอาคารผลิตทำด้วยวัสดุที่ทำความสะอาดง่าย มีสีอ่อน ผิวเรียบ ไม่ดูดซับน้ำ อยู่ในสภาพดี |
| | 1.9 มีระบบระบายน้ำและระบบกำจัดของเสียในบริเวณอาคารและส่วนผลิตที่มีประสิทธิภาพ และไม่เกิดการปนเปื้อนต่อผักและผลไม้สดที่ผ่านการตัดแต่งแล้วหรือระบบน้ำบริโภค |
| | 1.10 แยกระบบน้ำบริโภคจากระบบน้ำใช้ประเภทอื่น และมีป้ายหรือเครื่องหมายแสดงให้ชัดเจน |
| | 1.11 ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต |
| | 1.12 มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการติดตั้งเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ และการปฏิบัติงาน |
| | 1.13 ออกแบบและวางผังสายการผลิตให้เอื้ออำนวยต่อการปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะ สะดวกต่อการบำรุงรักษา การทำความสะอาด ป้องกันสัตว์เลี้ยง สัตว์พาหะนำเชื้อ และการปนเปื้อนข้าม |
| | 1.14 แยกบริเวณผลิตผักและผลไม้สดที่ผ่าการล้างทำความสะอาดแล้วจากบริเวณรับวัตถุดิบที่ยังไม่ผ่านการล้างทำความสะอาด |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| (3) เครื่องจักร เครื่องมือ และ อุปกรณ์การผลิต | 1.15 เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตมีจำนวนเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ไม่ชำรุด และผลิตจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับผักและผลไม้สด รวมถึงไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน |
| | 1.16 เครื่องมือและอุปกรณ์ต้องมีผิวเรียบ ทนต่อการกัดกร่อน ทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้ง่าย |
| | 1.17 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการผลิต เช่น เครื่องจับเวลา เครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องชั่งน้ำหนัก ต้องทำงานได้ถูกต้องและแม่นยำ และตรวจสอบให้ทำงานได้ถูกต้องอยู่เสมอ |
| | 1.18 พื้นผิวของโต๊ะปฏิบัติงานที่สัมผัสกับผักและผลไม้สดที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว ผลิตจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับผักและผลไม้ สด สารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อ มีผิวเรียบ ไม่ดูดซับน้ำ และทนทานต่อการกัดกร่อน |
| (4) สิ่งอำนวยความ | 1.19 มีน้ำสะอาดและ/หรือน้ำบริโภคในปริมาณเพียงพอต่อการผลิตสะดวก |
| | 1.20 มีทางระบายน้ำในบริเวณผลิตเพียงพอ และมีการจัดการระบายน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ |
| | 1.21 มีอุปกรณ์ในการทำความสะอาดอย่างเพียงพอ และมีที่เก็บแยกเป็นสัดส่วนถูกสุขลักษณะ |
| | 1.22 มีอ่างล้างมือ อุปกรณ์ในการล้างมือ สบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อ และอุปกรณ์ทำให้มือแห้งอย่างถูกสุขลักษณะ |
| | 1.23 ห้องสุขาอยู่ในสภาพใช้งานได้ สะอาด และมีจำนวนเพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงาน |
| | 1.24 ที่ตั้งห้องสุขาแยกจากบริเวณผลิต และไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง |
| | 1.25 มีบริเวณที่เหมาะสมและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการเปลี่ยนเสื้อผ้าอย่างเพียงพอ |
| | 1.26 มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการควบคุมอุณหภูมิอย่างเพียงพอ |
| | 1.27 มีการระบายอากาศภายในอาคารผลิตอย่างเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน |
| | 1.28 มีแสงสว่างภายในอาคารผลิตเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน |
| | 1.29 มีฝาครอบหลอดไฟในบริเวณผลิต และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และภาชนะบรรจุ รวมถึงบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากเศษแก้ว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากอันตรายทางกายภาพ |
| | 1.30 มีบริเวณที่เหมาะสมเป็นสัดส่วนพร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ วัตถุดิบ วัตถุเจือปนอาหาร วัสดุ และสารเคมีอื่นๆ และแยกเก็บเป็นหมวดหมู่ เพื่อป้องกันการปนเปื้อน |
| | |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| **2. การควบคุมการปฏิบัติงาน**<br>(1) การรับวัตถุดิบ | 2.1 วัตถุดิบต้องมาจากแปลงที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร หรือมาตรฐานการผลิตพืชอื่นที่เทียบเท่า หรือมีมาตรการในการรับวัตถุดิบที่มีคุณภาพและปลอดภัยตามข้อกำหนดของคู่ค้าหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง |
| | 2.2 มีมาตรการควบคุมวัตถุดิบระหว่างการขนส่งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามและการปนเปื้อนจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรและตรวจสอบความสะอาดของพาหนะที่ใช้ขนส่งวัตถุดิบ |
| | 2.3 ตรวจสอบวัตถุดิบ โดยคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพและความปลอดภัยตามเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมกับการผลิ ต พร้อมบันทึกผลการตรวจสอบและจัดหาวัตถุดิบ |
| | 2.4 ควบคุมการปฏิบัติงานระหว่างการขนย้ายวัตถุดิบไม่ให้เกิดการปนเปื้อนและการเสื่อมสภาพ และเก็บรักษาอย่างถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและเสื่อมสภาพ |
| (2) ภาชนะบรรจุ | 2.5 ผลิตจากวัสดุที่ไม่เป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค |
| | 2.6 มีมาตรการควบคุมการรับ ตรวจสอบ และคัดแยกภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและอันตรายต่อผู้บริโภค รวมทั้งความเสียหายที่อาจเกิดกับผลิตผล |
| | 2.7 เก็บรักษาภาชนะบรรจุในหีบห่อที่แห้งและสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง และสัตว์พาหะนำเชื้อได้ |
| | 2.8 มีบริเวณเก็บภาชนะบรรจุ โดยแยกเป็นสัดส่วน และถูกสุขลักษณะ |
| | 2.9 มีมาตรการทำความสะอาด และตรวจความสะอาดของภาชนะบรรจุก่อนนำไปใช้ |
| (3) น้ำ | 2.10 ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของน้ำล้างวัตถุดิบ น้ำล้างผักและผลไม้สดที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว ตามความถี่และเกณฑ์ที่กำหนด พร้อมบันทึกผล |
| | 2.11 ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพและอุณหภูมิน้ำในระบบให้ความเย็นตามความถี่และเกณฑ์ที่กำหนด พร้อมบันทึกผล |
| | 2.12 น้ำที่ใช้สัมผัสกับผักและผลไม้สดโดยตรงในกระบวนการผลิตต้องเป็นน้ำบริโภค |
| (4) การควบคุมกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่สำคัญ<br>- การเตรียมวัตถุดิบ | 2.13 มีมาตรการคัดแยกสิ่งที่ไม่เหมาะสม และ/หรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมและตัดแต่งวัตถุดิบส่วนที่เสียหายและเน่าเสียออกก่อนนำไปผลิต |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| - การล้างเบื้องต้นและการลดปริมาณจุลินทรีย์ | 2.14 มีมาตรการล้างทำความสะอาดวัตถุดิบเบื้องต้นด้วยน้ำสะอาด เพื่อลดสิ่งสกปรก เช่น เศษดิน เศษทราย |
| | 2.15 หากจำเป็นต้องใช้สารฆ่าเชื้อ และ/หรือสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพื่อลดการปนเปื้อนข้ามในระหว่างการล้าง ต้องใช้อย่างถูกสุขลักษณะ รวมทั้งมีการควบคุมและตรวจสอบชนิด ปริมาณการใช้ และความเข้มข้นของสารที่ใช้ เพื่อให้มั่นใจในประสิทธิภาพ และล้างซ้ำ เพื่อลดปริมาณสารตกค้างที่อาจเหลืออยู่ ตามความจำเป็นและความเหมาะสม พร้อมบันทึกผล ทั้งนี้ปริมาณสารตกค้างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง |
| | 2.16 กรณีที่จำเป็น อาจต้องควบคุมและตรวจสอบอุณหภูมิน้ำล้างวัตถุดิบ |
| | 2.17 หากมีการใช้น้ำแข็งสัมผัสกับผักและผลไม้สดในกระบวนการผลิต น้ำแข็งต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด มีการผลิต และเก็บรักษาที่ถูกสุขลักษณะ สามารถป้องกันการปนเปื้อนได้ |
| -การลดอุณหภูมิ | 2.18 กรณีลดอุณหภูมิของผักและผลไม้สดโดยทำให้เย็นแบบสุญญากาศ (vacuum cooling) หรือลมเย็น (room cooling) ต้องควบคุมอุณหภูมิและสภาวะที่เกี่ยวข้องเพื่อไม่ให้เกิดการควบแน่นของหยดน้ำตกลงบนผักและผลไม้สดและมีการรักษาความสะอาดภายในห้องลดอุณหภูมิ อย่างสม่ำเสมอ พร้อมบันทึกผล |
| | 2.19 กรณีลดอุณหภูมิของผัก และผลไม้สดโดยใช้น้ำเย็น(hydro cooling) หรือน้ำแข็ง (ice cooling) ต้องใช้น้ำบริโภคเพื่อการทำความเย็น และมีมาตรการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ พร้อมบันทึกผล |
| | 2.20 กรณีลดอุณหภูมิของผักและผลไม้สดโดยการบังคับ ลมเย็ น (forced-air cooling) ให้ไหลผ่านผักและผลไม้สด ต้องออกแบบและดูแลรักษาระบบลมเย็น (air cooling systems) เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน พร้อมบันทึกผล |
| - การเก็บรักษาในห้องเย็น เพื่อรอการตัดแต่ง | 2.21 ถ้ามีการเก็บผักและผลไม้สดที่ลดอุณหภูมิแล้ว ให้เก็บในห้องเย็นที่สะอาดถูกสุขลักษณะและมีการควบคุมสภาวะการจัดเก็บให้เหมาะสมกับชนิดของผักและผลไม้ และตรวจสอบอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอ |
| | 2.22 มีมาตรการควบคุมไม่ให้มีหยดน้ำจากการควบแน่นตกสู่ผักและผลไม้สดที่ลดอุณหภูมิแล้วที่เก็บภายในห้องเย็น |
| - การตัดแต่ง | 2.23 มีมาตรการควบคุมกระบวนการตัดแต่งอย่างถูกสุขลักษณะ |
| | 2.24 มีเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานสำหรับกระบวนการตัดแต่ง เช่น การหั่นเป็นชิ้น หั่นเป็นแว่น ซอย เพื่อลดการปนเปื้อนจากอันตราย |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| -การล้างหลังตัดแต่ง | 2.25 มีการควบคุมคุณภาพ ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ และความถี่ของการเปลี่ยนน้ำล้างในแต่ละขั้นตอน ตามข้อกำหนด เพื่อลดการสะสมของสิ่งสกปรกและการปนเปื้อนข้าม |
| | 2.26 ถ้าใช้สารฆ่าเชื้อและ/หรือสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพื่อลดการปนเปื้อนข้ามในระหว่างการล้าง ต้องใช้อย่างถูกสุขลักษณะ และมีการควบคุมและตรวจสอบชนิด ปริมาณการใช้ ความเข้มข้นของสารต้านจุลินทรีย์ที่ใช้เพื่อให้มั่นใจในประสิ ทธิภาพและล้างซ้ำเพื่อลดปริมาณสารตกค้างที่อาจเหลืออยู่ ตามความจำเป็นและความเหมาะสม พร้อมบันทึกผล ทั้งนี้ปริมาณสารตกค้างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง |
| | 2.27 ถ้ามีการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลหรือการอ่อนตัวของผักและผลไม้สดตัดแต่ง หรือใช้วัตถุเจือปนอาหารอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง พร้อมบันทึกผล |
| | 2.28 ทำให้ผักและผลไม้สดตัดแต่งสะเด็ดน้ำหลังการล้าง เพื่อลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ |
| -การบรรจุ | 2.29 มีมาตรการควบคุมการบรรจุผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคอย่างถูกสุขลักษณะ |
| | 2.30 มีเอกสารวิธีปฏิบัติงานสำหรับการบรรจุ เพื่อลดการปนเปื้อนจากอันตราย |
| - การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ | 2.31 เก็บผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคก่อนการขนส่งที่อุณหภูมิต่ำเพื่อลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ |
| | 2.32 มีมาตรการควบคุมอุณหภูมิและสภาวะการจัดเก็บให้เหมาะสมกับชนิดของผักและผลไม้ |
| | 2.33 ต้องควบคุมระบบเครื่องทำความเย็นไม่ให้เกิดการควบแน่นของหยดน้ำตกลงบนผักและผลไม้สดที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว |
| | 2.34 สุ่มตรวจสอบคุณภาพผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคตามเกณฑ์กำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง |
| (5) การจัดการและการกำกับดูแล | 2.35 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงานต้องมีความสามารถเพียงพอในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง |
| | 2.36 มีเอกสารขั้นตอนการดำเนินงานที่ถูกต้องสำหรับการปฏิบัติงานและการตรวจเฝ้าระวัง |
| (6) การเรียกคืนผลิตภัณฑ์ | 2.37 มีการบ่งหรือระบบรุ่นการผลิต เมื่อผลิตภัณฑ์มีปัญหาไม่ปลอดภัย สามารถเรียกคืนผลิตภัณฑ์และตามสอบได้ |
| **3. การบำรุงรักษาและการขาภิบาล** | |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| (1) แผนการบำรุงรักษาและการสุขาภิบาล | 3.1 มีแผนการบำรุงรักษา การสุขาภิบาล และการตรวจสอบประสิทธิภาพที่ระบุบริเวณ รายการของเครื่องจักร เครื่องมือ/อุปกรณ์ วิธีการ ความถี่ และผู้รับผิดชอบ ดังนี้<br>(1) การบำรุงรักษาและการซ่อมบำรุง อาคารผลิต เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต<br>(2) การทำความสะอาดอาคารผลิต เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ และการฆ่าเชื้อ<br>(3) การป้องกันและกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อ<br>(4) การจัดการของเสีย |
| (2) การบำรุงรักษา | 3. 2 มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาสถานประกอบการ เครื่องจักร เครื่องมือ เครื่องลดอุณหภูมิ และอุปกรณ์ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงานตามแผนบำรุงรักษาที่กำหนด |
| | 3.3 มีการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีผลต่อความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และการทวนสอบอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง และเก็บบันทึกผลการสอบเทียบไว้เป็นหลักฐาน |
| 3) การทำความสะอาด | 3.4 ทำความสะอาดอาคารผลิต และบริเวณผลิตตามแผนที่กำหนด และบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงานตามแผนการทำความสะอาดที่กำหนด |
| | 3.5 ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ในการผลิตที่สัมผัสกับวัตถุดิบและผักและผลไม้สดที่ผ่านการตัดแต่งแล้วตามแผนที่กำหนด ทั้งก่อนและหลังปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการปนเปื้อน และมีการตรวจสอบประสิ ทธิภาพของการทำความสะอาด และบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงานตามแผนการทำความสะอาดที่กำหนด |
| | 3.6 เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วอย่างเหมาะสมในบริเวณที่แยกเป็นสัดส่วนและถูกสุขลักษณะ |
| | 3.7 หากใช้สารล้างทำความสะอาด และสารฆ่าเชื้อ ต้องใช้ชนิดและปริมาณอย่างถูกต้องตามคำแนะนำบนฉลาก กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง และมีมาตรการควบคุมการใช้ให้เป็นไปตามข้อกำหนด |
| | 3.8 เก็บรักษาสารล้างทำความสะอาด และสารฆ่าเชื้ออย่างถูกสุขลักษณะในสถานที่เก็บที่เป็นสัดส่วน และมีป้ายชื่อระบุชนิดและสถานะอย่างชัดเจน |
| 4) การควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อ | 3.9 มีมาตรการป้องกันและกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อและสัตว์เลี้ยงในสถานประกอบการและในบริเวณผลิต |
| | 3.10 ตรวจสอบร่องรอยการเข้าอยู่อาศัยของสัตว์พาหะนำเชื้อในสถานประกอบการและบริเวณโดยรอบ |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| | 3.11 ตรวจสอบการปฏิบัติงานตามแผนป้องกันและกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อ |
| | 3.12 ใช้สารเคมีในการกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อตามคำแนะนำบนฉลาก กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง และมีมาตรการควบคุมการใช้ให้เป็นไปตามข้อกำหนด และบันทึกข้อมูลไว้ |
| | 3.13 ไม่มีสัตว์เลี้ยงในอาคารผลิต |
| (5) การจัดการกับของเสีย | 3.14 มีวิธีการแยกชนิดของภาชนะใส่ ของเสียจากการผลิตและภาชนะใส่ผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค |
| | 3.15 มีวิธีการจัดกำจัด ขนย้ายขยะและของเสียที่เหลือจากกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม |
| **4. สุขลักษณะส่วนบุคคล** | 4.1 มีข้อกำหนดเกี่ยวกับสุขลักษณะส่วนบุคคลสำหรับผู้ปฏิบัติงานและบุคคลภายนอกที่เข้าไปในบริเวณผลิต และมีแผนการตรวจสอบสุขลักษณะส่วนบุคคล รวมทั้งบันทึกผลการปฏิบัติงานตามแผน |
| | 4.2 ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะ เช่น ล้างมือให้สะอาดก่อนเริ่มปฏิบัติงาน หลังจากการใช้ห้องสุขา หรือหลังจากจับต้องวัตถุดิบ/สารเคมี/วัสดุที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อน รวมถึงดูแลมือและเล็บให้สะอาดอยู่เสมอ |
| | 4.3 ผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสกับผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคต้องมีสุขภาพดี ไม่เป็นโรคทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร หรือเป็นพาหะของโรคติดต่อ โรคผิวหนัง และไม่มีบาดแผล ที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อน |
| | 4.4 ผู้ปฏิบัติงานสวมเสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย ถุงมือ ผ้าปิดปากหรือหมวกคลุมผมที่สะอาดและเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน ตามความจำเป็น |
| | 4.5 ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณผลิตไม่สวมเครื่องประดับขณะปฏิบัติงาน |
| | 4.6 มีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนอันตรายจากแก้ว พลาสติกแข็ง และการปนเปื้อนจากรองเท้าก่อนเข้าสู่บริเวณผลิต โดยเฉพาะบริเวณผลิตที่ต้องการความสะอาดสูง (high care area) เช่น การบรรจุผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย |
| | 4.7 ตรวจสอบการปฏิบัติงานตามแผนการตรวจสอบสุขลักษณะส่วนบุคคลที่กำหนดสำหรับผู้ปฏิบัติงานในบริเวณผลิตที่สัมผัสกับผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค และบุคคลภายนอกที่เข้าไปในบริเวณผลิต |
| | 4.8 ไม่บริโภคอาหารหรือสูบบุหรี่ในขณะปฏิบัติงาน หรือมีพฤติกรรมขณะปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสมอื่นๆ ที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค |
| **5. การขนส่ง** | 5.1 มีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| | 5.2 พาหนะขนส่งต้องใช้สำหรับการขนส่งอาหารเท่านั้น กรณีจำเป็นต้องขนส่งผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคร่วมกับอาหารชนิดอื่นหรือสินค้าที่มิใช่อาหาร ต้องมีวิธีแยกประเภทสินค้าให้ชัดเจน และมีการบันทึกข้อมูลไว้ |
| | 5.3 หากใช้พาหนะหรือตู้ขนส่งสินค้าเดียวกันสำหรับการขนส่งอาหารต่างชนิดหรือขนส่งสินค้าที่มิใช่อาหาร ต้องทำความสะอาดหลังการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ กรณีจำเป็นอาจมีการฆ่าเชื้อด้วย และมีการบันทึกการใช้พาหนะขนส่งและการฆ่าเชื้อไว้ด้วย |
| | 5.4 ต้องควบคุมอุณหภูมิผักและผลไม้สดตัดแต่ง หรือสภาวะที่จำเป็นในระหว่างการขนส่งอย่างเหมาะสม และมีการบันทึกข้อมูลไว้ |
| | 5.5 พาหนะขนส่งต้องสะอาด สามารถฆ่าเชื้อได้ ในกรณีที่จำเป็นอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน มีประสิทธิภาพในการป้องกันการปนเปื้อน และรักษาคุณภาพสินค้า ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางได้ |
| **6. ฉลากผลิตภัณฑ์** | 6.1 ระบุข้อมูลบนฉลากอย่างถูกต้องตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องและข้อกำหนดของคู่ค้า |
| **7. การฝึกอบรม**<br>(1) ผู้ปฏิบัติงาน | 7.1 ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการอบรมอย่างน้อยดังต่อไปนี้<br>(1) ด้านการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค<br>(2) ด้านสุขลักษณะอาหารที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน<br>(3) หัวข้อเฉพาะเกี่ยวกับระบบการบรรจุสำหรับผักและผลไม้สดตัดแต่ง ความสำคัญของการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการผลิตและเก็บรักษา รวมทั้งความเสี่ยงในการเกิดการปนเปื้อนหรือการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ระหว่างการบรรจุ |
| (2) การทบทวน | 7.2 มีการทบทวนหรือฝึกอบรมเพื่อฟื้นฟู และเพิ่มเติมความรู้ด้านการผลิตและสุขลักษณะอาหาร และปรับให้ทันสมัยอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง |
| **8. ระบบเอกสารและบันทึกข้อมูล** | 8.1 ผู้ผลิตต้องบันทึกข้อมูลสำคัญของกระบวนการผลิต เช่น ชนิดและปริมาณการผลิต รูปแบบและเกณฑ์กำหนดของผลิตภัณฑ์ การควบคุมกระบวนการผลิต การจำหน่าย เพื่อให้ตรวจประเมินและตามสอบได้ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงระบบการผลิต ได้แก่<br>(1) บันทึกผู้จัดหาวัตถุดิบ (ข้อกำหนด 2.1.3)<br>(2) บันทึกการควบคุมกระบวนการผลิต (ข้อกำหนด 2.4.2 ถึง 2.4.8, 2.5.2 และ 2.6)<br>(3) บันทึกคุณภาพน้ำที่ใช้และผลการวิเคราะห์น้ำบริโภค (ข้อกำหนด 2.3.1 และ 2.3.2)<br>(4) บันทึกการตรวจสอบ และบำรุงรักษา (ข้อกำหนด 3.2.1) |

| รายการ | ข้อกำหนด |
|---|---|
| | (5) บันทึกการสอบเทียบเครื่องมือ (ข้อกำหนด 3.2.2)<br>(6) บันทึกการสุขาภิบาล<br>(7) บันทึกการควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อ (ข้อกำหนด 3.4.4)<br>(8) บันทึกการควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคล (ข้อกำหนด 4.1)<br>(9) บันทึกประวัติการฝึกอบรม (ข้อกำหนด 7.2)<br>(10) บันทึกการกระจายสินค้า (ข้อกำหนด 5.2, 5.3 และ 5.4) |
| | 8.2 เก็บรักษาบันทึกไว้อย่างน้อย 2 ปี หรือตามที่คู่ค้าหรือหน่วยรับรองกำหนด |

**2.5 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค**

สำหรับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคในประเทศไทยยังไม่มีการระบุที่ชัดเจน แต่มีเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของของผักและผลไม้ตัดแต่งที่กำหนดโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จากประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 ลงวันมี่ 11 มกราคม พ.ศ. 2560 ข้อที่ 2.1.1 ผักและผลไม้ตัดแต่ง สลัดผัก เช่น ผักและผลไม้ตัดแต่งที่บรรจุในถาดหรือถุงพลาสติก เป็นต้น

| | |
|---|---|
| จำนวนจุลินทรีย์ CFU/กรัม | น้อยกว่า $1 \times 10^6$ |
| จำนวนยีสต์ CFU/กรัม | น้อยกว่า 1,000 |
| จำนวนรา CFU/กรัม | น้อยกว่า 500 |
| *Escherichia coli* MPN/กรัม | น้อยกว่า 100 |
| *Staphylococcus aureus* CFU/กรัม | น้อยกว่า 100 |
| *Salmonella* sp. /25 กรัม | ไม่พบ |
| *Listeria monocytogenes* /25 กรัม | ไม่พบ |

**2.6 จุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนในแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค**

***Staphylococcus aureus***

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก จัดอยู่ในวงศ์ Staphylococcaceae มีลักษณะกลม เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น อาจพบเป็นเดี่ยว คู่ หรือเป็นสายสั้นๆ ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ สร้างเอนไซม์คะตะเลส ลักษณะโคโลนีกลม ขอบเรียบ มีสีครีม สีเหลือง สีทอง หรือส้ม สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน และในสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิ 6-46 องศาเซลเซียส พีเอชตั้งแต่ 4-10 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในช่วง 0.85-0.99 สามารถทนเกลือในช่วง 18-20 เปอร์เซ็นต์

*S. aureus* สามารถพบได้ทั่วไปในคนและสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร และผิวหนัง (Hanson *et al.*, 2011) ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นดัชนีตัวหนึ่งในการบ่งชี้คุณภาพอาหารทางด้านสุขาภิบาล เชื้อ *S. aureus* บางสายพันธุ์สามารถผลิตสารพิษ (staphylococcal enterotoxins; SEs) ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ชนิด ได้แก่ A, B, C1, C2, C3, D, E และ H แต่ส่วนใหญ่มักพบการปนเปื้อนชนิด A และ D บ่อยที่สุด สารพิษนี้มีความสามารถทนต่อความร้อน ซึ่งพบว่าสามารถทนต่อการต้มเดือดนานครึ่งชั่วโมง และทนต่อความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที หากปนเปื้อนในอาหารน้อยกว่า 1 ไมโครกรัม จะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียน เป็นตะคริวในช่องท้อง และอ่อนเพลีย บางรายอาจมีอาการปวดศีรษะ เป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ รวมทั้งทำให้ชีพจรเต้นผิดปกติ ซึ่งโดยทั่วไปอาการจะดีขึ้นภายใน 2-3 วัน แต่หากได้รับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* เข้าไป ประมาณ 1-6 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องและ ท้องเดิน ส่วนมากไม่มีไข้ ในรายรุนแรงอาจช็อคได้ แต่ส่วนใหญ่อาการจะดีขึ้นใน 8-24 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล และปริมาณสารพิษที่ได้รับ ดังนั้นอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* จึงไม่ปลอดภัย

***Escherichia coli***

เป็นแบคทีเรียจัดอยู่ในวงศ์ Enterobacteriaceae มีลักษณะรูปร่างท่อน มีขนาดกว้าง 1.1-1.5 ไมโครเมตร และยาว 2-6 ไมโครเมตร แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้โดยแฟลกเจลลารอบเซลล์ สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มี และไม่มีออกซิเจน ใช้อะซิเตทเป็นแหล่งคาร์บอนแต่ไม่ใช้ซิเตรท อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส และสามารถเจริญในช่วงความเป็นกรดด่างที่พีเอช 4.4-9.0 และวอเตอร์แอคติวิตี้ ($a_w$) 0.95 *E.coli* จัดเป็นพวกแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่สร้างสารพิษได้ ซึ่งก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ (food poisoning) เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่น และคน สามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ มักปนเปื้อนสู่อาหารโดยมากับน้ำและวัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์ และผักสด (Bacon and Sofos, 2003) ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะของอาหาร และน้ำ โดยปกติเชื้อ *E. coli* ที่อยู่ประจำถิ่นจะเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรค แต่อาจฉวยโอกาสก่อโรคในคนที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องได้ ดังนั้นหากพบเชื้อชนิดนี้ในแหนมก็แสดงถึงการปนเปื้อนของเสียจากกระบวนการผลิต และการบรรจุไม่สะอาด และการเก็บรักษาที่ไม่มีคุณภาพ ในการผลิตแหนมพบว่าแบคทีเรียผลิตกรดจะสร้างกรดแลกติกทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชลดลง และสามารถยับยั้งการเจริญของ *E.coli* ได้ โดยทั่วไปเชื้อ *E. coli* สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) สายพันธุ์นี้ทำให้เกิดอาการท้องร่วงในทารก ในคนเดินทางไปต่างถิ่น สร้างสารพิษเอนเทอโรท็อกซินที่ทำให้มีอาการท้องร่วงเป็นน้ำซาวข้าวคล้ายอหิวาตกโรค

2. Enteropathogenic *E. coli* (EPEC) สายพันธุ์นี้ทำให้เกิดอาการท้องร่วงอย่างรุนแรงในทารก สร้างสารพิษที่ทำลายเซลล์คล้ายสารพิษชิกาจากเชื้อบิดชิเจลลา (Shiga like toxin)

3. Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) สายพันธุ์นี้ทำให้เกิดอาการคล้ายบิดจากเชื้อ shigella ทำให้มีไข้สูง ท้องเสียรุนแรง แต่มักไม่เข้าสู่กระแสเลือด

4. Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) หรือ *E. coli* O157:H7 สายพันธุ์นี้ทำให้เกิดอาการท้องร่วงอย่างรุนแรงอาจมีเลือดปน อาจมีไข้หรือไม่มีไข้ได้ อาเจียน สร้างสารพิษที่ทำลายเซลล์ที่เรียกว่าสารพิษชิกา (Shiga toxin) และสารพิษคล้ายชิกา (Shiga-like toxin) ซึ่งเป็นสารพิษจากเชื้อบิด *Shigella*

**2.7 รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

อย่างไรก็ตามภายหลังกระบวนการตัดแต่ง แคนตาลูปก็ยังคงมีการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเกิดขึ้นภายในเซลล์ตลอดเวลา กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ (2558) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมและปิดผนึกด้วยฟิล์ม PVC (Polyvinylchloride) ระหว่างการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นที่ 84 ± 2 % พบว่าแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ไม่ว่าเป็นความแน่นเนื้อ (Firmness) การสูญเสียน้ำหนัก (%) การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte leakage) และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

กระบวนการปอกเปลือก ผ่าซีก และหั่นเป็นชิ้นของผลไม้ตัดแต่ง จะทำให้เกิดรอยตัดที่มีเซลล์บางส่วนถูกทำลาย เซลล์พืชจะตอบสนองโดยเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของสารชีวโมเลกุลต่างๆ สารประกอบบางชนิดอาจทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ น้ำตาลและกรดอะมิโนจะเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ต่างๆ เจริญได้รวดเร็วขึ้น ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติได้ นอกจากนี้แล้วกระบวนการปอกเปลือก ผ่าซีก และหั่นเป็นชิ้นของผลไม้ตัดแต่ง หากเตรียมโดยไม่ถูกสุขลักษณะก็จะเป็นสาเหตุการปนเปื้อนจุลินทรีย์ได้อีกด้วย โดยจุลินทรีย์ที่พบการปนเปื้อนในแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค ได้แก่ *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli*, *L. monocytogenes* และ *S. aureus* เป็นต้น (Ukuku et al., 2016)

นพมาศ สะพู และคณะ (2556) ศึกษาคุณภาพจุลชีววิทยาของผลไม้สดหั่นชิ้นจากร้านหาบเร่แผงลอยที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร พบว่าจากการเก็บตัวอย่างแคนตาลูปจากรถเข็นและร้านค้าแผงลอย 5 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของจำนวนยีสต์ทั้งหมดเท่ากับ $3.6x10^3$-$1.1x10^5$ เซลล์ต่อกรัมแคนตาลูป จำนวนราทั้งหมดเท่ากับ 1.0x10-$5.8x10^2$ เซลล์ต่อกรัมแคนตาลูป จำนวนเชื้อ *E. coli* เท่ากับ น้อยกว่า 3 – 3.6 MPNต่อกรัมแคนตาลูป และพบ *S. aureus* ใน 1 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์กับเกณฑ์ตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่าแคนตาลูปจากรถเข็นและร้านค้าแผงลอยผ่านเกณฑ์ 2 ตัวอย่าง คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์

แม้ว่าจะมีผู้ผลิตแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคอยู่จำนวนมาก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีรายงานหรืองานวิจัยที่ศึกษาเรื่องคุณภาพและมาตรฐานของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคอยู่น้อยมาก อีกทั้งยังประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคอย่างชัดเจน จึงทำให้ผู้บริโภคมีความเสี่ยงต่อการรับประทานแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

## 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

**ตอนที่ 1** การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว

**ตอนที่ 2** การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว

**ตอนที่ 3** การศึกษาปัจจัยเสี่ยง (risk factors) และแบบจำลองการคาดการณ์ (predictive model)

## 3.2 วิธีการเก็บรวบรวมตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่ง

เลือกซื้อตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ได้แก่ ห้างสรรพสินค้า ร้านหาบเร่แผงลอย เป็นต้น โดยจะเก็บตัวอย่างแคนตาลูป 30 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ เมื่อเก็บตัวอย่างแล้วจะต้องทำการบันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง ดังนี้

- แหล่งที่มาของตัวอย่าง
- ลักษณะของบรรจุภัณฑ์
- วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง
- วันเดือนปีที่ผลิตและหมดอายุของตัวอย่าง (ถ้ามี)
- อุณหภูมิที่วางจำหน่าย
- ลักษณะของแผงที่วางขาย

เก็บรักษาตัวอย่างไว้ในภาชนะเก็บความเย็น อุณหภูมิประมาณ 4 ± 2 องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างที่ได้ส่งเข้าห้องปฏิบัติการ ภายในไม่เกิน 6 ชั่วโมง เพื่อรักษาสภาพของตัวอย่างไม่ให้เปลี่ยนแปลง

**ภาพที่ 3.1** ภาพแสดงตัวอย่างแหล่งที่มาของตัวอย่างแคนตาลูป

**ภาพที่ 3.2** ภาพแสดงลักษณะของบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ

**3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง**

**ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว**

**1.1 ความแน่นเนื้อ (Firmness) โดยใช้ Fruit hardness tester**

การวัดความแน่นเนื้อของเนื้อผลไม้ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสจะใช้ cone probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (6 mm diameter probe) บันทึกค่าแรงกดที่วัดได้มีหน่วยเป็นนิวตันนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย

**1.2 การวัดค่าสีเนื้อ (L*, C*, H˚ value) โดยใช้เครื่องวัดสี (Chroma meter)**

การวัดสีเนื้อทำการสุ่มวัดด้านเดียวกันในแต่ละผลโดยใช้เครื่องวัดสีบันทึกค่าสีที่วัดได้ในรูปของ L*, C* และ H˚ โดย

ค่า L* เป็นค่าที่แสดงสีดำและสีขาวของวัตถุมีค่าตั้งแต่ 0-100 ถ้าค่า L* ที่มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงวัตถุมีสีดำหากค่า L* มีค่าเท่ากับ 100 หมายถึงวัตถุมีสีขาว

ค่า a* เป็นค่าที่แสดงสีแดงและสีเขียว

ถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากค่า a* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว

ค่า b* เป็นค่าที่แสดงสีเหลืองและสีน้ำเงิน

ถ้าค่า b* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง หากค่า b* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

เมื่อทั้ง a* และ b* มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีเทา

นำค่า a* และ b* มาคำนวณหาค่า Chroma (C*) และ Hue angle (H°) ได้จากสมการ

Chroma $(\overline{C^*}) = \sqrt{a^{*2}} + b^{*2}$

Hue angle (H°) = arctangent (b*/a*)

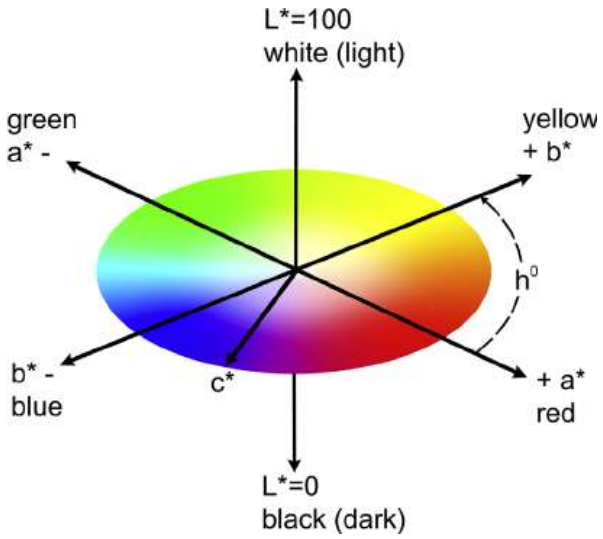
ค่า chroma หรือค่า C* เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเข้มของสีที่ปรากฏ

ค่า C* ที่สูงเข้าใกล้ 60 แสดงว่าความเข้มของสีนั้นจะยิ่งมากขึ้น

ค่า hue angle หรือค่า H° เป็นค่าที่บอกถึงสีที่แท้จริงของวัตถุ

ถ้าค่า hue มีค่าเข้าใกล้ 0 องศา แสดงว่าวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีแดง ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 90 องศา แสดงว่าวัตถุอยู่ในกลุ่มสีเหลือง

หากมีค่าเข้าใกล้ 180 องศา แสดงว่าวัตถุอยู่ในกลุ่มสีเขียว และหากมีค่าเข้าใกล้ 270 องศา แสดงว่าวัตถุอยู่ในกลุ่มสีน้ำเงิน




**ภาพที่ 3.3** L*, C* and H° color space (Konicaminolta, 2015)

**1.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids; TSS) โดยใช้เครื่อง Digital Refractometer**

นำเนื้อผลไม้หั่นชิ้นจากแต่ละตัวอย่าง คั้นเอาเฉพาะสารละลายวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วย digital refractometer ปรับค่าเครื่องให้เป็น 0 ด้วยน้ำกลั่นก่อนใช้เครื่อง อ่านค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เป็นเปอร์เซ็นต์ TSS แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

**1.4 ปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ (AOAC Method 942.15, 2000)**

ในการวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของเนื้อผลไม้ จะนำชิ้นเนื้อปั่นเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องบดสับอาหาร จากนั้นนำเนื้อปั่นปริมาณ 10 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดปริมาณ 40 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร นำตัวอย่างที่ปรับปริมาตรแล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีนซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด นำตัวอย่างไปไทรเทรตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ (pH ~ 8.2) (ฟีนอล์ฟทาลีนจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูในจุดที่พอดีหรือใกล้เคียงกับจุดสมมูล จุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี เรียกว่า จุดยุติ) บันทึกปริมาตรของสารละลายด่างมาตรฐานที่ใช้ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดซิตริกต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ดังนี้

1 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับกรดซิตริก 0.007 กรัม

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้} = \frac{A \times B \times 0.07}{C} \times 100$$

โดยที่ A = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.10 นอร์มัล

B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

C = ปริมาตรและ/หรือน้ำหนักของตัวอย่าง (มิลลิลิตรและ/หรือกรัม)

**1.5 เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Hong and Gross, 1998)**

นำตัวอย่างเนื้อผลไม้หั่นชิ้นหนา 1 เซนติเมตร เจาะด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 15 ชิ้น แช่ลงในสารละลาย 0.4 M mannitol ปริมาตร 350 มิลลิลิตรและวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมงวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์ที่รั่วไหลตามรอยบาดแผลออกมาในสารละลาย mannitol ด้วยเครื่อง conductivity meter หลังจากนั้นนำตัวอย่างในสารละลาย mannitol ทุกชุดทดลองไปนึ่งในหม้อนึ่งความดันไอที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที เพื่อทำลายผนังเซลล์ปล่อยให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องนำสารละลายมาวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์ทั้งหมดคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ดังสูตร

$$\% \text{ EL} = \frac{EL_{hr}}{EL_{total}} \times 100$$

โดยที่ % EL = เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์

$EL_{hr}$ = ค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์ภายหลังการแช่ใน 0.4 M mannitol เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

$EL_{total}$ = ค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์ทั้งหมด

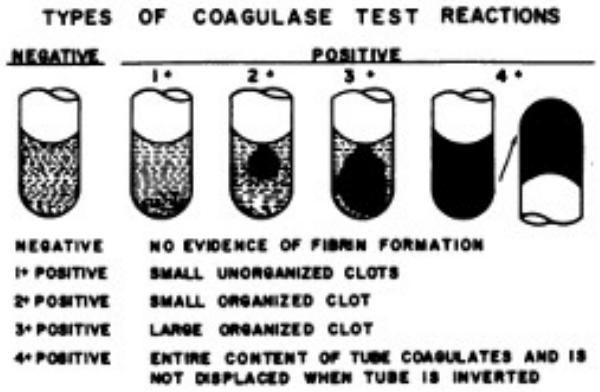
**ภาพที่ 3.4** ภาพการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว**

**2.1 การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus***

การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* ทำได้โดยนำตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งมาตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมกับ peptone water ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher ด้วยความเร็ว 200 rpm เป็นเวลา 2 นาทีแล้วเจือต่อแบบ ten-fold serial dilution จากนั้นนำตัวอย่างอาหารที่ความเจือจาง $10^{-1}$ถึง $10^{-6}$ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร มา spread บนอาหาร Baird Parker โดยทำ 3 ซ้ำต่อความเจือจาง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45-48 ชั่วโมง (ลักษณะโคโลนีของ *Staphylococcus aureus* บนอาหาร Baird Parker agar จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร ลักษณะเยิ้มนูน สีดำขอบขาว และมีโซนใสรอบโคโลนี) จากนั้นใช้ลูปเขี่ยเชื้อจากอาหาร Baird Parker ที่มีลักษณะโคโลนีดังกล่าวลงในหลอดอาหาร BHI บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบดังนี้

**1. Coagulase test** ทดสอบโดยถ่ายเชื้อ 0.2-0.3 มิลลิลิตร จากหลอดอาหาร BHI ลงในหลอดทดลอง (หลอดควบคุมไม่ต้องเติมเชื้อ) จากนั้นปิเปตพลาสมาเติมลงไป 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส ตรวจผลทุกชั่วโมงเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ถ้าคว่ำหลอดแล้วพลาสมาแข็งตัว แสดงว่าได้ผล 4+ ซึ่งรับรองว่าเชื้อที่ตรวจเป็น *Staphylococcus aureus* หากได้ผล 3+ หรือ 2+ ให้ย้อมแกรมและทดสอบในหัวข้ออื่นต่อไป




**2. Catalase Test** โดยเขี่ยเชื้อจากหลอดอาหาร TSA ลงบนสไลด์แล้วหยด $H_2O_2$ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ลงไป แล้วสังเกตการเกิดแก๊ส โดย *Staphylococcus aureus* จะสามารถสร้างเอนไซม์คะตะเลตได้ เมื่อหยด $H_2O_2$ ลงไปจะเกิดฟองก๊าสและให้ผลการทดลองเป็นบวก

**2.2 การตรวจเชื้อ *Escherichia coli***

นำตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งมาตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมกับ peptone water ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher ด้วยความเร็ว 200 rpm เป็นเวลา 2 นาทีแล้วเจือต่อแบบ ten-fold serial dilution จากนั้นนำตัวอย่างที่เจือจางแล้วไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

การทำ “Completed” Test เพื่อตรวจหา *Escherichia coli* เริ่มตั้งแต่การทำ presumptive test for coliform ในอาหาร LST Broth ซึ่งมีวิธีการคือ ปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจาง $10^{-1}$ถึง $10^{-6}$ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในอาหาร LST ระดับความเจือจางละ 3 หลอด แล้วนำไปบ่มที่ 35±0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกผลหลอดทดสอบทุกหลอดที่เกิดแก๊สในแต่ละระดับความเจือจาง เพื่อเปิดตาราง MPN ซึ่งนำมารายงานผลเป็น presumptive MPN of coliform bacteria ต่อกรัมหรือมิลลิลิตรของตัวอย่างอาหาร จากนั้นทำ Confirmed test for coliforms โดยเขย่าหลอดอาหาร LST ที่มีการสร้างแก๊สเบาๆ และใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่เกิดแก๊สทุกหลอดลงในอาหาร BGLB Broth แล้วบ่มที่ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกผลหลอดที่มีการสร้างแก๊สในแต่ละระดับความเจือจาง เพื่อเปิดตาราง MPN ซึ่งนำมารายงานผลเป็น confirmed MPN of coliform bacteria ต่อกรัมหรือมิลลิลิตรของตัวอย่างอาหารและใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดอาหาร LST ที่เกิดแก๊สทุกหลอดลงในอาหาร EC Broth แล้วนำไปบ่มที่ 44.5±0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกผลหลอดที่มีการสร้างแก๊สในแต่ละระดับความเจือจาง เพื่อเปิดตาราง MPN ซึ่งนำมารายงานผลเป็น Fecal coliform MPN ต่อกรัมหรือมิลลิลิตรของตัวอย่างอาหาร เมื่อเสร็จใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดอาหาร EC Broth ที่มีการสร้างแก๊ส streak ลงบนอาหาร L-EMB agar plate เพื่อให้ได้โคโลนีเดี่ยวๆ นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบหาโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *Escherichia coli* โดยสังเกตโคโลนีที่มีลักษณะแบน (flat) มีจุดดำกลางโคโลนี และอาจสร้าง/ไม่สร้าง metallic sheen จากนั้นใช้ลูปเขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *Escherichia coli* (โดยแตะเฉพาะกลาง

โคโลนีเท่านั้น) จาก L-EMB agar plate ละ 2 โคโลนี ลงใน PCA slant นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

จากนั้นทำ Confirmation of *Escherichia coli* โดยใช้ลูปถ่ายเชื้อที่เจริญบน PCA slant ลงในอาหารต่อไปนี้เพื่อจำแนกเชื้อจุลินทรีย์โดยการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

**1. Luaryl Sulfate Tryptose (LST Broth)** บ่มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง แล้วสังเกตการสร้างแก๊ส

**2. ย้อมสีแกรม** โดยใช้เชื้อที่เจริญบน PCA slant ในช่วงเวลา 18-24 ชั่วโมง

**3. การทดสอบทางชีวเคมี (IMViC Test)**

**3.1 Tryptone Broth** แล้วบ่มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง แล้วทดสอบการสร้าง Indole โดยเติม Kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร ลงไป ถ้าเกิดสีแดงบริเวณชั้นบนของอาหารเลี้ยงเชื้อแสดงว่ามีการสร้าง Indole

**3.2. MR-VP medium** แล้วบ่มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบต่อไปนี้

นำอาหาร MR-VP medium ที่บ่มครบ 48 ชั่วโมง มา 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในหลอดทดสอบขนาด 13x100 มิลลิเมตร แล้วเติมสารละลาย Voges-Proskauer 0.6 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตามด้วยการเติม KOH ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าแล้วพักไว้ 10-15 นาที จึงอ่านผลถ้าเกิดสีชมพูจะให้ผลเป็นบวกซึ่งแสดงว่าเชื้อมีการสร้าง acetyl methyl carbinol เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายจากกระบวนการหมักกลูโคส

MR-VP culture ที่เหลือ ให้นำมาบ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบโดยการหยด methyl red indicator ลงไป 5 หยด เพื่อทดสอบว่าเชื้อมีการสร้างกรดเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายจากกระบวนการหมักกลูโคสหรือไม่ ถ้าเกิดสีแดงจะให้ผลบวกและถ้าเกิดสีเหลืองจะให้ผลเป็นลบ

**3.3. Koser'scitrate broth** (หรือจะใช้ Simmon's slant ก็ได้) บ่มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ถ้าสังเกตพบความขุ่นในอาหารเลี้ยงเชื้อแสดงว่ามีการใช้ citrate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ผลการทดสอบเป็นบวก

การคำนวณ MPN *Escherichia coli* ต่อกรัมหรือมิลลิลิตรอาหาร โดยนับหลอดอาหาร EC Broth ที่สร้างแก๊สที่มีโคโลนีบนอาหาร L-EMB agar ซึ่งพบว่าเป็นแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ สร้างแก๊สในอาหารที่มีน้ำตาลแลคโตสและให้ผลการทดสอบ IMViCเป็น *Escherichia coli* คือ + + - - (Biotype I) หรือ - + - -(Biotype II) (ดัดแปลงจาก BAM, 2002)

### 2.3 การหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Aerobic plate count (APC)

นำตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งมาตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมกับ peptone water ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher ด้วยความเร็ว 200 rpm เป็นเวลา 2 นาทีแล้วเจือต่อแบบ ten-fold serial dilution จากนั้นนำตัวอย่างอาหารที่ความเจือจาง $10^{-1}$ถึง $10^{-6}$ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร .ใส่ลงบนจานเพาะเชื้อ แล้วจึงเทอาหาร Pate Count Agar (PCA) ลงในจานเพาะเชื้อ ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งจนกระทั่งวุ้นแข็งตัว จาง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

**2.4 การตรวจเชื้อยีสต์และราทั้งหมด**

นำตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งมาตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมกับ peptone water ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher ด้วยความเร็ว 200 rpm เป็นเวลา 2 นาที แล้วเจือต่อแบบ ten-fold serial dilution จากนั้นนำตัวอย่างที่เจือจางแล้วไป $10^{-1}$ ถึง $10^{-3}$ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร มา spread บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) โดยทำ 3 ซ้ำต่อความเจือจาง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

**ตอนที่ 3 การศึกษาปัจจัยเสี่ยง (risk factors) และแบบจำลองการคาดการณ์ (predictive model)**

นำข้อมูลที่ได้ เช่น พื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง การวางจำหน่าย มาทำการศึกษา risk factors และ predictive model ของการพบเชื้อต่างๆ ที่ปนเปื้อนในแคนตาลูปตัดแต่ง โดยใช้ Logistic regression analysis และการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแตกต่างเพื่อให้สามารถทำนายถึงความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อในตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งต่างๆ (ดัดแปลงจาก Chokesajjawatee *et al*., 2009)

# บทที่ 4
# ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

## ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของแคนตาลูปตัดแต่ง

### 4.1 ความแน่นเนื้อ (Firmness)

จากการทดลองพบว่าเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคในจังหวัดสระแก้ว มีค่าความแน่นเนื้อของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งอยู่ในช่วง 2.32-11.96 นิวตัน โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีค่าความแน่นเนื้อสูงสุดเท่ากับ 11.96 นิวตัน ในร้านที่ 20 รองลงมาคือ 9.88 นิวตัน ในร้านที่ 29 และมีค่า 9.78 นิวตัน ในร้านที่ 2 และ 18 ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในเนื้อผลของแคนตาลูปตัดแต่งพันธุ์ที่มีสีส้มจะมีความแน่นเนื้อสูงกว่าเนื้อผลพันธุ์ที่มีสีเหลืองปนเขียว นอกจากนี้พบค่าความแน่นเนื้อของแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 5 โดยมีค่าเท่ากับ 2.32 นิวตัน (ภาพที่ 4.1 และภาคผนวกตารางที่ 1)

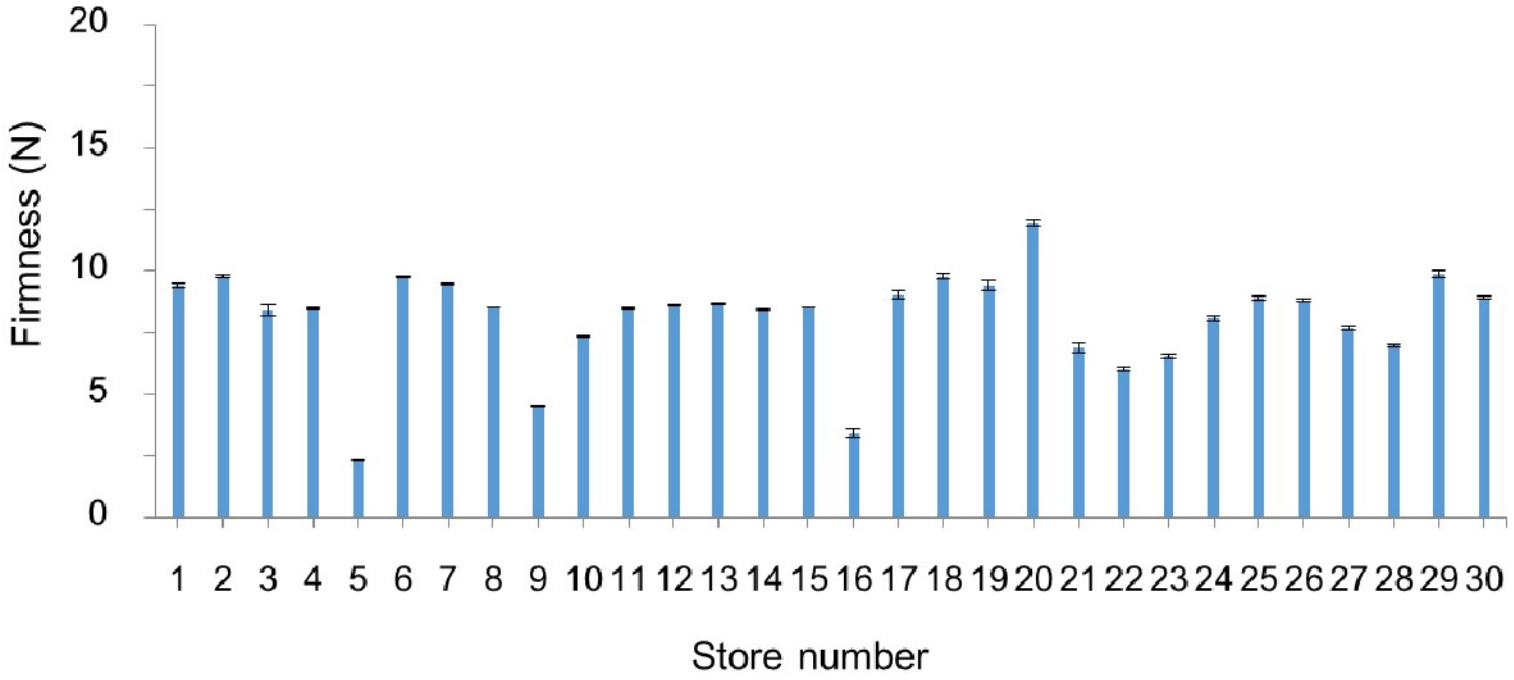
### 4.2 การวัดค่าสีเนื้อ (L*, C* และ Hue value)

ค่าความสว่าง (L* value) ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่าอยู่ในช่วง 56.92-77.41 โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีค่าความสว่างของเนื้อผลสูงสุดเท่ากับ 77.41 ในร้านที่ 1 รองลงมาคือ 75.50 ในร้านที่ 26 และมีค่า 74.83 ในร้านที่ 29 ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับร้านที่ 1 นอกจากนี้พบค่าความสว่างของเนื้อแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 11 โดยมีค่าเท่ากับ 56.92 (ภาพที่ 4.2 และ 4.5 และภาคผนวกตารางที่ 1)

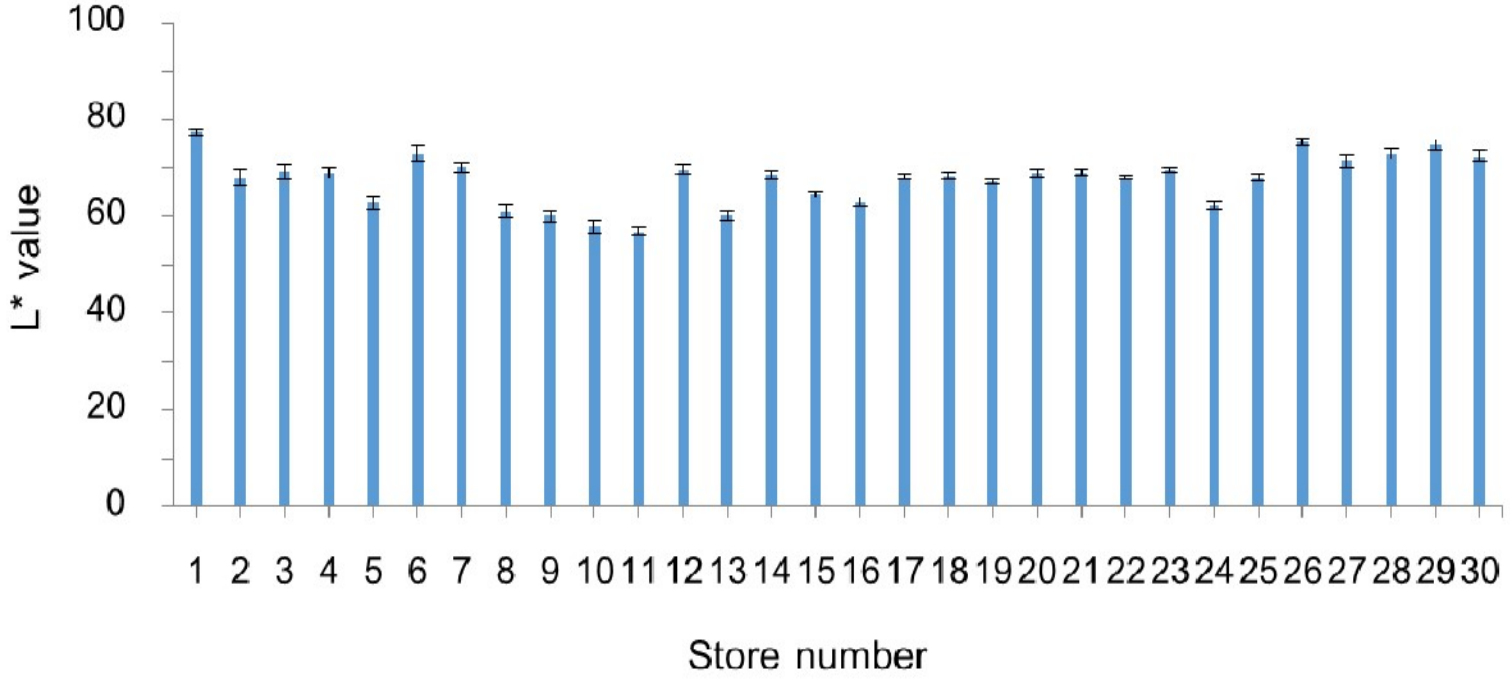
ค่าความเข้มสี (C* value) ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่าอยู่ในช่วง 20.56-39.81 โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีค่าความเข้มสีของเนื้อผลสูงสุดเท่ากับ 39.81 ในร้านที่ 17 รองลงมาคือ 37.26 ในร้านที่ 5 และมีค่า 35.62 ในร้านที่ 21 ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบความเข้มสีสูงในเนื้อผลพันธุ์ที่มีสีส้มสัมพันธ์กับค่าความสว่างน้อย นอกจากนี้พบค่าความเข้มสีของเนื้อแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 9 โดยมีค่าเท่ากับ 20.56 ถัดขึ้นไปในร้านที่ 10 มีค่าเท่ากับ 25.21 และร้านที่ 12 มีค่าเท่ากับ 25.23 ซึ่งความเข้มสีน้อยในเนื้อผลพบว่ามีความสัมพันธ์กับค่าความสว่างของเนื้อผลที่เพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 4.3 และ 4.5 และภาคผนวกตารางที่ 1)

ค่าสี (Hue value) ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่าอยู่ในช่วง 71.38-112.56 โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีค่าสีของเนื้อผลสูงสุดเท่ากับ 112.56 ในร้านที่ 19 รองลงมาคือ 110.99 ในร้านที่ 18 และมีค่า 109.32 ในร้านที่ 22 ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าสีของเนื้อผลมีค่าสูง อยู่ในช่วง 90-180 จะแสดงสีของเนื้อผลเป็นสีเหลืองปนเขียว ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความสว่างน้อยและความเข้มสีมาก และเมื่อค่าสีของเนื้อผลลดลงจะแสดงผลมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความสว่างมากและความเข้มสีน้อยลง นอกจากนี้

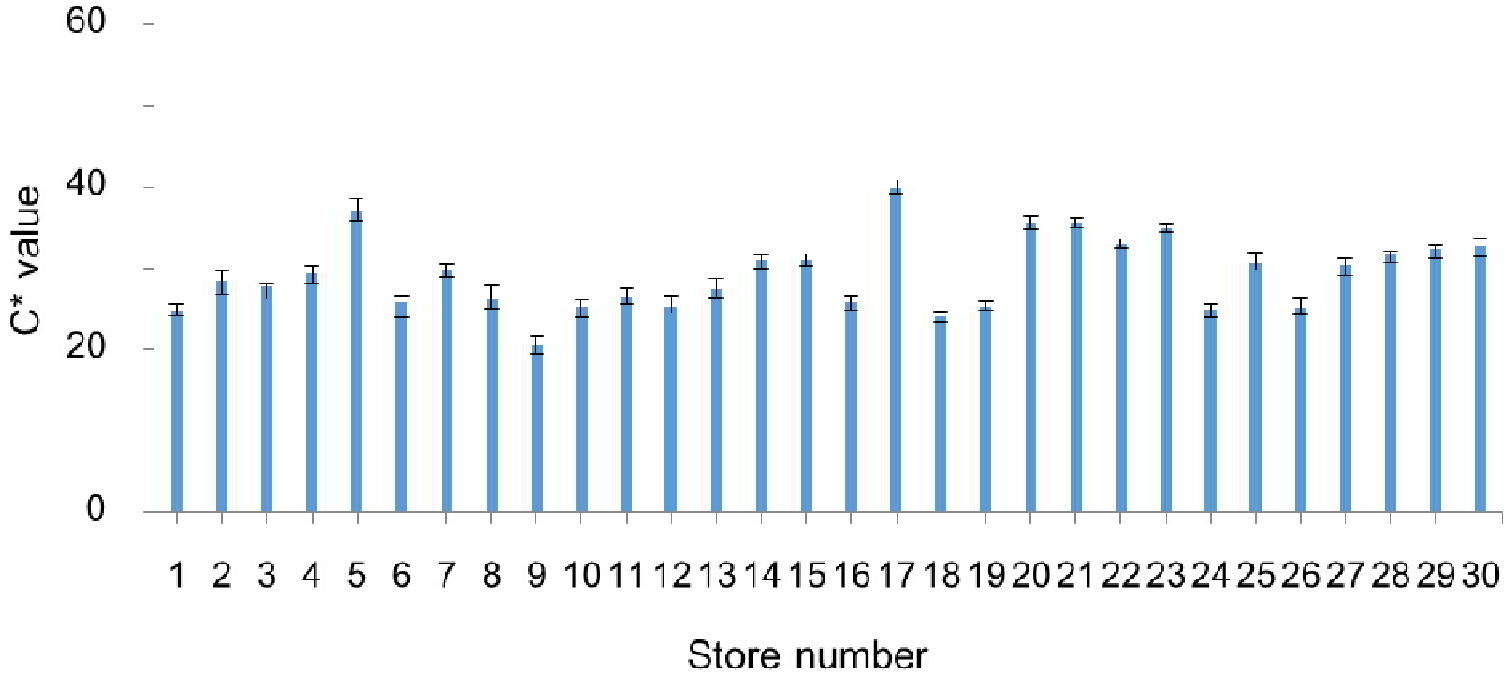
พบว่าสีของเนื้อแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 5 โดยมีค่าเท่ากับ 71.38 ถัดขึ้นไปในร้านที่ 17 มีค่าเท่ากับ 74.99 และร้านที่ 15 มีค่าเท่ากับ 75.98 ซึ่งมีค่าสีน้อยกว่า 90 และมีค่ามากกว่า 45 จะแสดงผลของสีเนื้อเป็นสีส้มอ่อนเมื่อมีค่ามากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความสว่างมากและความเข้มสีน้อยลง (ภาพที่ 4.4 และ 4.5 และภาคผนวกตารางที่ 1)




**ภาพที่ 4.1** ความแน่นเนื้อ (Firmness; N) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว

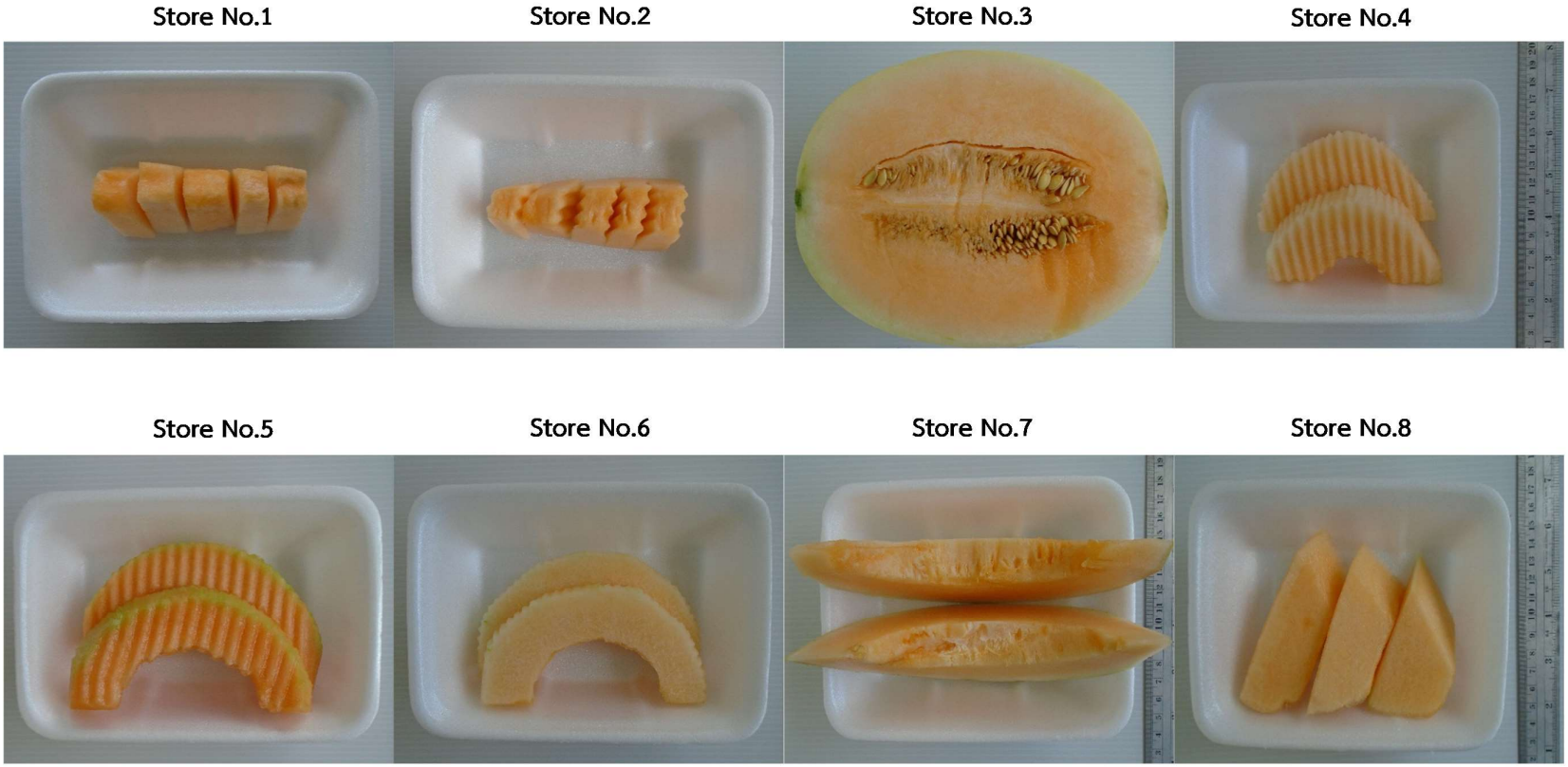



**ภาพที่ 4.2** ค่าความสว่าง (L* value) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว

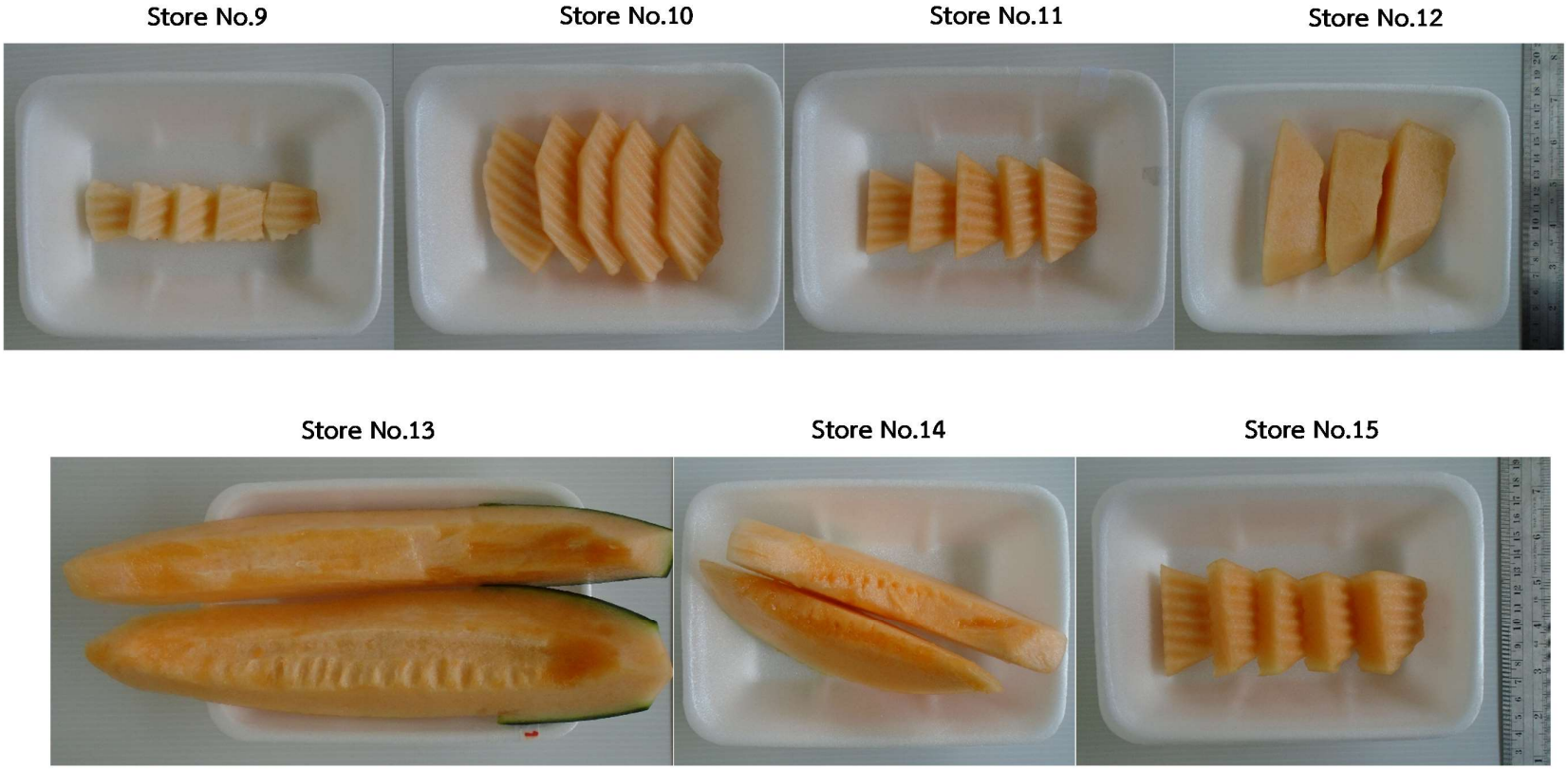



**ภาพที่ 4.3** ค่าความเข้มสี (Chroma; C* value) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว

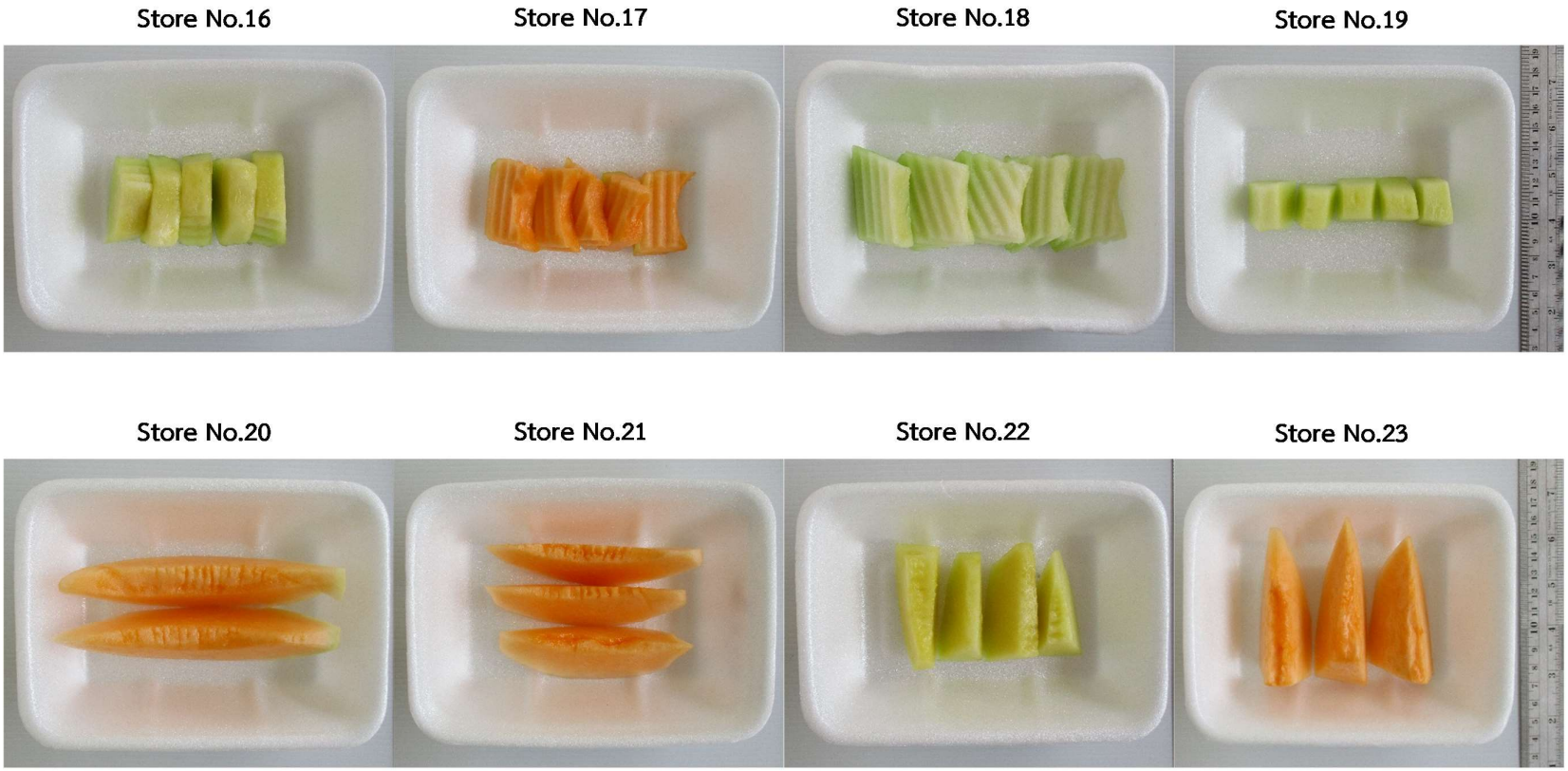
**ภาพที่ 4.4** ค่าสี (Hue value) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว



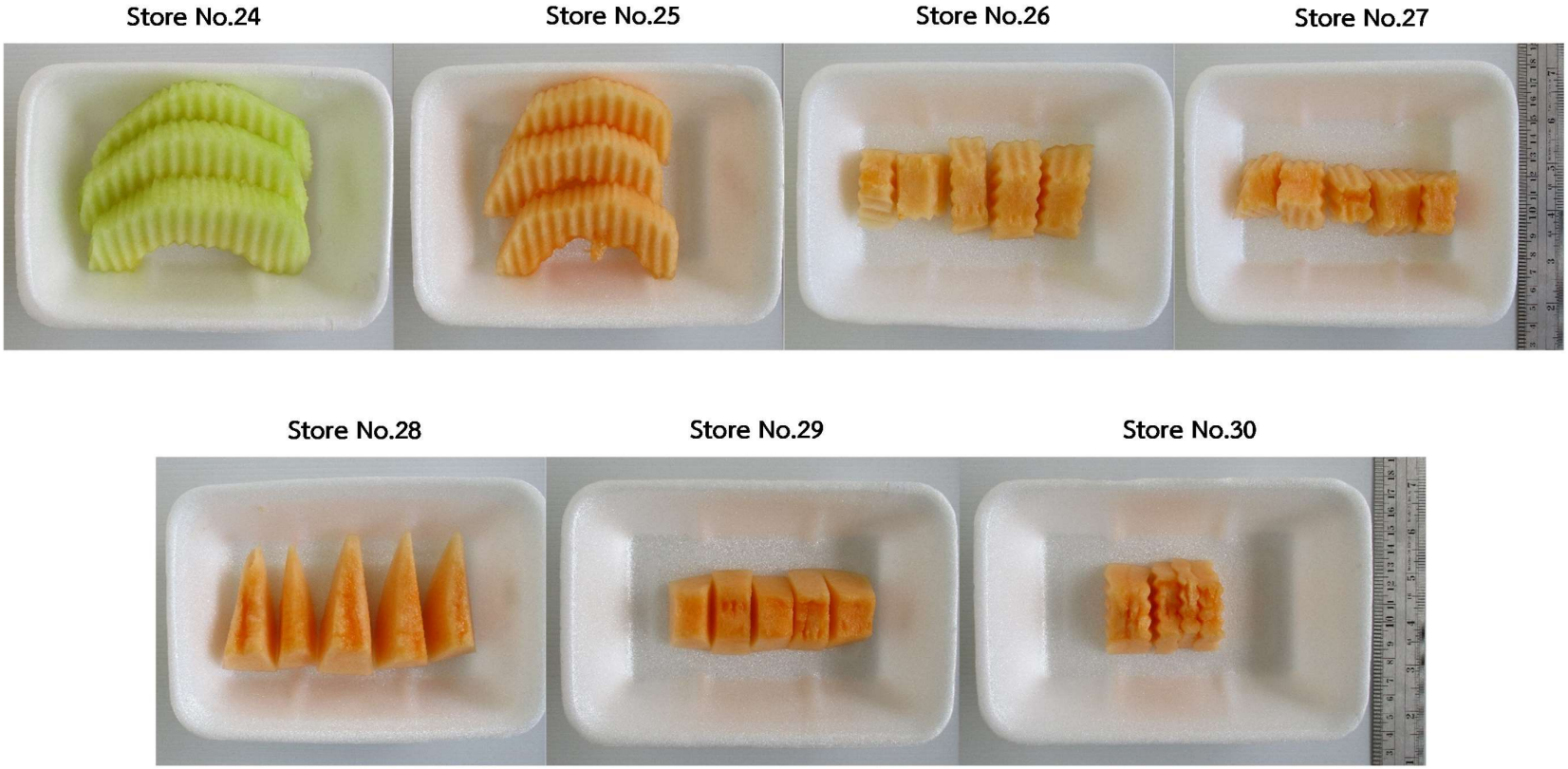

**ภาพที่ 4.5** ภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคจากร้านตัวอย่างที่ 1-8




**ภาพที่ 4.5 (ต่อ)** ภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคจากร้านตัวอย่างที่ 9-15




**ภาพที่ 4.5 (ต่อ)** ภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคจากร้านตัวอย่างที่ 16-23



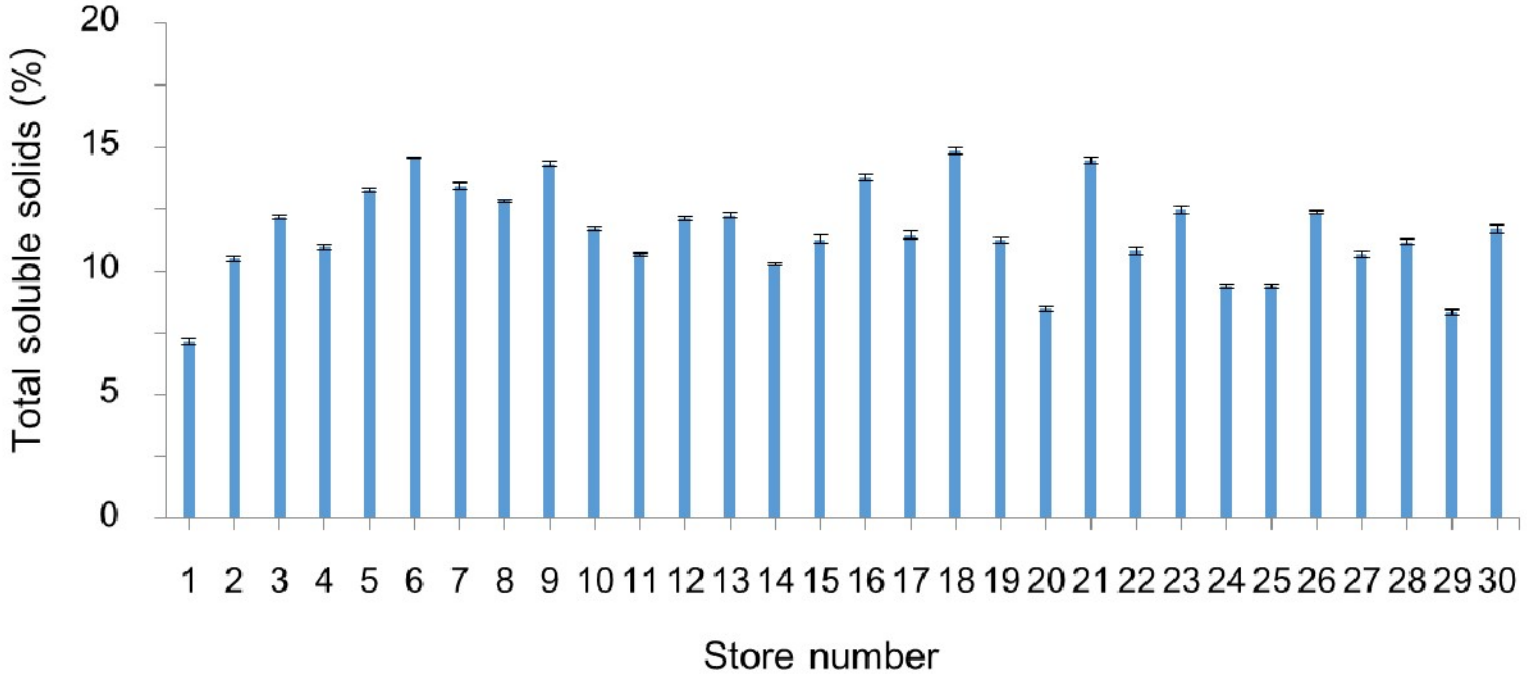

**ภาพที่ 4.5 (ต่อ)** ภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคจากร้านตัวอย่างที่ 24-30

**4.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids; TSS)**

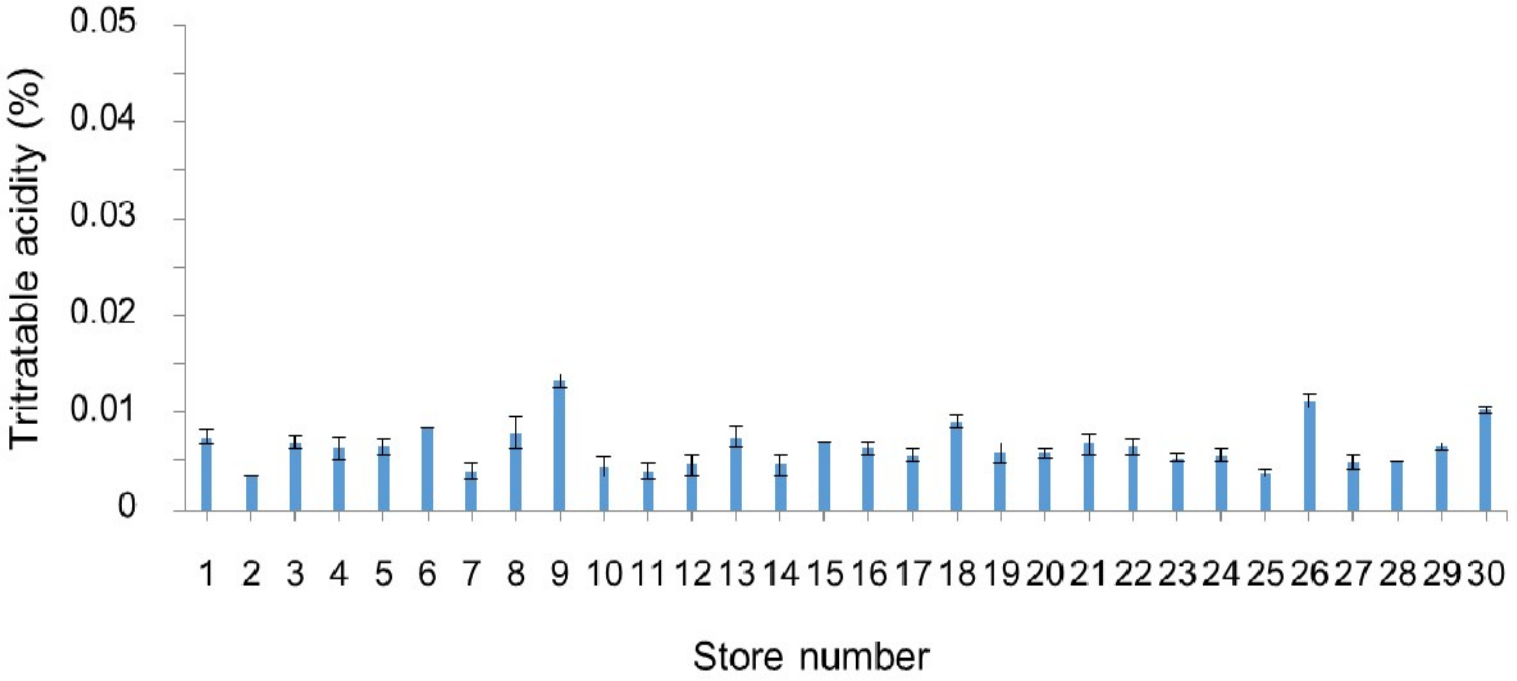
จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่าอยู่ในช่วง 7.16-14.86 เปอร์เซ็นต์ โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อผลสูงสุดเท่ากับ 14.86 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 18 รองลงมาคือ 14.56 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 6 และมีค่า 14.46 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 21 ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับร้านที่ 18 นอกจากนี้พบปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 7.16 เปอร์เซ็นต์ ถัดขึ้นไปในร้านที่ 20 มีค่าเท่ากับ 8.48 เปอร์เซ็นต์ และร้านที่ 29 มีค่าเท่ากับ 8.34 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.6 และภาคผนวกตารางที่ 2)

**4.4 ปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ (Tritratable acidity; %)**

ปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่าอยู่ในช่วง 0.004-0.013 เปอร์เซ็นต์ โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ของเนื้อผลสูงสุดเท่ากับ 0.013 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 9 รองลงมาคือ 0.011 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 26 และมีค่า 0.010 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 30 ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับร้านที่ 9 นอกจากนี้พบปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ของเนื้อแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 2 25 7 10 และ 11 โดยมีค่าเท่ากับ 0.004 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.7 และภาคผนวกตารางที่ 2)




**ภาพที่ 4.6** ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids (TSS); %) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว



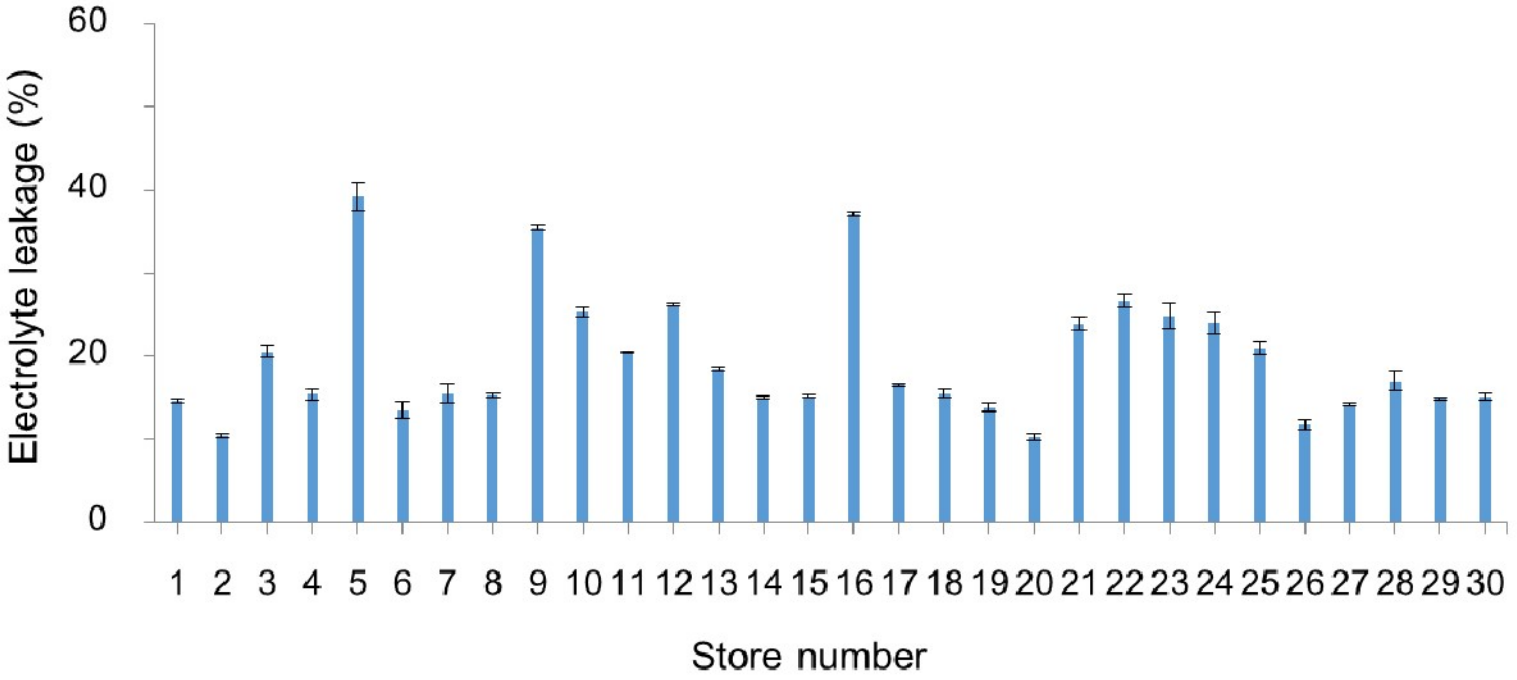

**ภาพที่ 4.7** ปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ (Tritratable acidity; %) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว

**4.5 เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte leakage; %)**

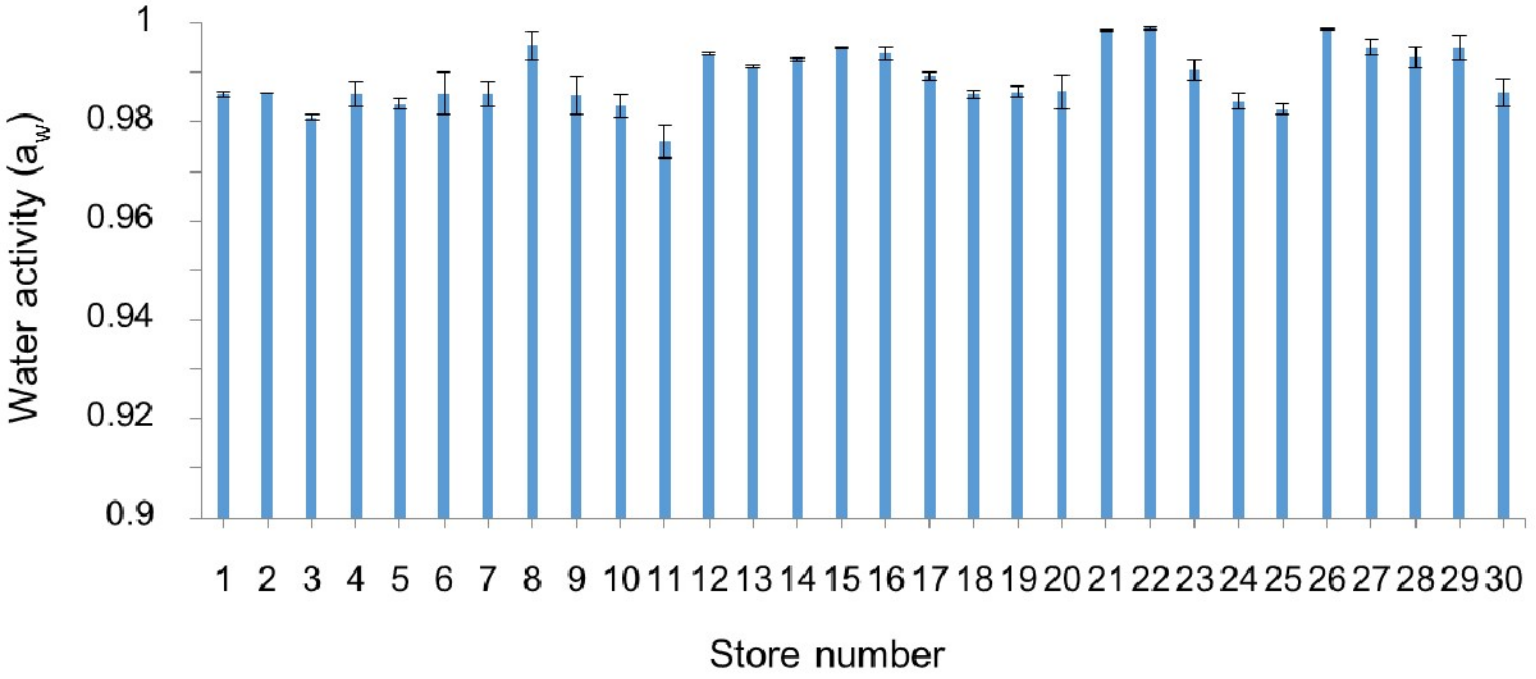
จากผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่าอยู่ในช่วง 10.29-39.18 เปอร์เซ็นต์ โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเนื้อผลสูงสุดเท่ากับ 39.18 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 5 รองลงมาคือ 37.09 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 16 และมีค่า 35.47 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 9 ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับร้านที่ 9 โดยเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งที่มีค่ามากสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นของเนื้อผลที่มีค่าน้อย นอกจากนี้พบเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเนื้อแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 20 โดยมีค่าเท่ากับ 10.29 เปอร์เซ็นต์ ถัดขึ้นไปในร้านที่ 2 มีค่าเท่ากับ 10.46 เปอร์เซ็นต์ และร้านที่ 26 มีค่าเท่ากับ 11.74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติกับร้านที่ 20 และ 2 โดยมีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นของเนื้อผลมีค่าสูง (ภาพที่ 4.8 และภาคผนวกตารางที่ 3)

**4.6 ค่า water activity ($a_w$)**

ค่า water activity ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่าอยู่ในช่วง 0.976-0.999 โดยในร้านที่เก็บตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งพบว่ามีค่า water activity ของเนื้อผลสูงสุดเท่ากับ 0.999 เปอร์เซ็นต์ ในร้านที่ 22 26 และ 21 และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้พบค่า water activity ของเนื้อแคนตาลูปตัดแต่งต่ำสุดในร้านที่ 11 โดยมีค่าเท่ากับ 0.976 ถัดขึ้นไปในร้านที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.981 และร้านที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.984 ซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติกับ (ภาพที่ 4.9 และภาคผนวกตารางที่ 3)




**ภาพที่ 4.8** เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte leakage; %) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว




**ภาพที่ 4.9** ค่า water activity ($a_w$) ของแคนตาลูปตัดแต่งจากร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว

จากผลการทดลองพบว่าผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของเนื้อผลสามารถบ่งบอกคุณภาพของแคนตาลูปตัดแต่ง โดยค่าความสว่าง (L* value) มากสัมพันธ์กับค่าความเข้ม (C* value) ของสีเนื้อมีค่าน้อย แสดงให้เห็นว่าเนื้อผลมีสีอ่อนหรือมีสีเข้มน้อย และสัมพันธ์กับค่าสีเนื้อผลทั้งสีเนื้อสีส้ม โดยมีค่า Hue value น้อยกว่า 90 และเมื่อมีค่า Hue value มากกว่า 90 และมีค่าไม่เกิน 180 ในร้านที่ 19 18 22 24 และ 16 ตามลำดับ จะแสดงว่าเนื้อผลมีสีเหลืองปนเขียว หากความสว่างมีค่าลดลง สัมพันธ์กับค่าความเข้ม (C* value) ของสีเนื้อมีค่ามาก แสดงให้เห็นว่าเนื้อผลมีสีเข้ม และสามารถพบได้ทั้งในเนื้อผลสีส้มและสีเขียว

ในค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) สูง สัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อต่ำ และพบการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มสูง แสดงให้เห็นว่าเนื้อผลมีความนุ่มเนื่องจากการตัดแต่งในเนื้อผลส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักและทำให้ค่าความแน่นเนื้อลดลง รวมทั้งการตัดแต่งในเนื้อผลแคนตาลูปส่งผลให้ผนังเซลล์ของเนื้อผลถูกทำลาย ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ได้เพิ่มขึ้นและเร่งความเสื่อมสภาพของเนื้อผลให้เกิดอย่างรวดเร็ว (Lamikanra, 2002) นอกจากนี้ยังขึ้นกับการเก็บรักษาผลิตผลดังผลในร้านค้าที่ 18 6 9 และ 16 จากซุปเปอร์มาร์เก็ต พบค่า TSS สูงกว่าในร้านจากแผงลอยหรือรถเข็น ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยลดการเสื่อมสภาพของผลิตผลได้เป็นอย่างดี สอดคล้องในผล gabiroba ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (6 องศาเซลเซียส) สามารถรักษาปริมาณ TSS โดยพบปริมาณน้ำตาล รวมทั้งสารแอนติออกซิแดนท์ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่ 12 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยลดกระบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญได้แก่ กระบวนการหายใจระหว่างการเก็บรักษา โดยลดการสูญเสียปริมาณน้ำตาลซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการให้ลดช้าลง (Silva *et al*., 2013; Taiz and Zeiger, 2002) นอกจากนี้การเก็บรักษาผลิตผลของแผงลอยหรือรถเข็นอุณหภูมิในการเก็บรักษาค่อนข้างสูง จะเร่งการเสื่อมสภาพของผลิตผลให้เร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงช่วยเร่งการทำงานของเอนไซม์ pectin esterase โดยเอนไซม์จะทำหน้าที่ดึงหมู่เมทธิวจาก galacturonic acid ในเพคติน เกิดเป็นกรดเพคตินอิสระ ส่งผลให้โครงสร้างของผนังเซลล์เสื่อมสภาพ สูญเสียคุณสมบัติการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์และเกิดการนุ่มของผล (Harker *et al*., 1989; Luna-Guzmán *et al*., 1999; Pall and Chen, 2000)

รวมทั้งพบค่าปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ของเนื้อผลมีค่ามากในร้านที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สอดคล้องในผล jabaticaba ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซี ซึ่งส่งผลให้พบค่าปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ ของเนื้อผลมีค่าเพิ่มขึ้น (Machado *et al*., 2007)

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว**

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาเบื้องต้นของแคนตาลูปตัดแต่งที่ได้จากจังหวัดสระแก้ว ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 โดยกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า $1x10^6$ CFU/g จำนวนยีสต์ต้องน้อยกว่า 1,000 CFU/g และจำนวนรา ต้องน้อยกว่า 500 CFU/g พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count: APC) ของแคนตาลูปตัดแต่งที่ได้จากจังหวัดสระแก้ว มีค่าตั้งแต่ $4.00x10^3 \pm 1.00x10^3$ ถึง $3.56x10^6 \pm 4.20x10^5$ CFU/g จากตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบว่ามีเพียงตัวอย่างที่ 4, 6, 7 และ 24 ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด คิดเป็น 13.33 เปอร์เซ็นต์ (4 ตัวอย่าง) และมีตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่ผ่านมาตรฐานกำหนดจำนวน 26 ตัวอย่าง คิดเป็น 86.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างพบว่าจากตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง มี 3 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด (ตัวอย่างที่ 4, 6 และ7) คิดเป็น 20.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม (ฤดูหนาว) ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง มีเพียง 1 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด (ตัวอย่างที่ 24) คิดเป็น 6.67 เปอร์เซ็นต์

จากผลจำนวนยีสต์และราทั้งหมดของแคนตาลูปตัดแต่งที่ได้จากจังหวัดสระแก้ว พบว่าจำนวนยีสต์และราทั้งหมดของแคนตาลูปตัดแต่งที่ได้จากจังหวัดสระแก้ว มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง $1.40x10^5 \pm 2.57x10^4$ CFU/g จากตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบว่ามี 11 ตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 36.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มี 19 ตัวอย่างที่ ไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 63.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างพบว่าจากตัวอย่างที่เก็บในฤดูฝนทั้งหมด 15 ตัวอย่าง มี 6 ตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 40.00 เปอร์เซ็นต์ และมี 9 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 60.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บในฤดูหนาวทั้งหมด 15 ตัวอย่าง มี 5 ตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ และมี 10 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 66.67 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาแหล่งที่มาของตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในพื้นที่จังหวัดสระแก้วพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และราทั้งหมดของแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บได้จากซุปเปอร์มาร์เก็ตมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และราทั้งหมดของแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บได้จากร้านแผงลอย นอกจากนี้ยังพบว่าจากตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งทั้งหมด 17 ตัวอย่างที่เก็บได้จากร้านแผงลอย มีเพียง 1 ตัวอย่าง ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 5.88 เปอร์เซ็นต์ และมี 6 ตัวอย่าง ที่มีจำนวนยีสต์และราทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 35.29 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่จากตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งทั้งหมด 13 ตัวอย่างที่เก็บได้จากซุปเปอร์มาร์เก็ต มี 3 ตัวอย่าง ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 23.08 เปอร์เซ็นต์ และมี 13 ตัวอย่าง ที่มีจำนวนยีสต์และราทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 4.1** ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว

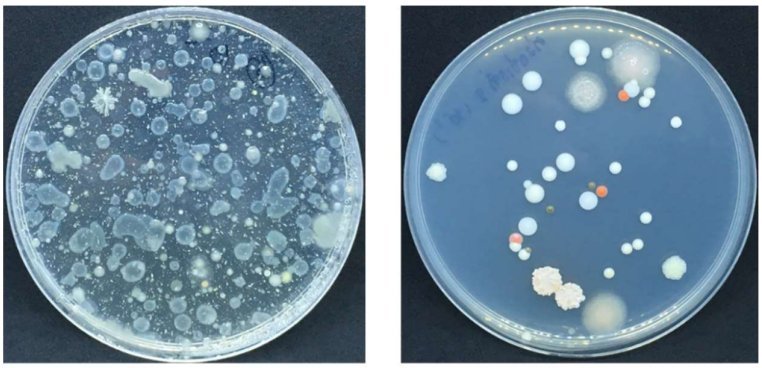
| Period | Store number | Microorganism (CFU/g) | |
|---|---|---|---|
| | | Aerobic Plate Count | Yeasts & Molds |
| JUN-JUL | 1 | $1.05x10^5 \pm 7.02x10^{3*}$ | $3.00x10^2 \pm 3.54x10^1$ |
| (Rainy) | 2 | $7.27x10^3 \pm 2.53x10^3$ | $3.27x10^3 \pm 8.39x10^2$ |
| | 3 | $3.17x10^4 \pm 7.52x10^3$ | $3.08x10^4 \pm 7.91x10^3$ |
| | 4 | $1.87x10^6 \pm 1.03x10^5$ | $4.67x10^4 \pm 6.03x10^3$ |
| | 5 | $4.67x10^5 \pm 3.21x10^4$ | $1.97x10^4 \pm 1.83x10^3$ |
| | 6 | $1.33x10^6 \pm 2.55x10^5$ | $1.40x10^5 \pm 2.57x10^4$ |
| | 7 | $3.56x10^6 \pm 4.20x10^5$ | $1.70x10^4 \pm 2.51x10^3$ |
| | 8 | $7.03x10^4 \pm 4.58x10^4$ | $6.33x10^2 \pm 2.08x10^2$ |
| | 9 | $2.46x10^5 \pm 3.92x10^4$ | $2.40x10^4 \pm 3.80x10^3$ |
| | 10 | $6.47x10^5 \pm 1.50x10^5$ | $3.53x10^4 \pm 1.10x10^4$ |
| | 11 | $1.24x10^5 \pm 1.21x10^4$ | $6.73x10^4 \pm 1.51x10^4$ |
| | 12 | $4.00x10^3 \pm 1.00x10^3$ | n.d. |
| | 13 | $7.00x10^3 \pm 7.81x10^3$ | n.d. |
| | 14 | $9.57x10^4 \pm 3.79x10^3$ | n.d. |
| | 15 | $1.23x10^5 \pm 5.63x10^4$ | n.d. |
| | **average** | **$5.79x10^5 \pm 9.72x10^5$** | **$2.57x10^4 \pm 3.75x10^4$** |
| FEB-MAR | 16 | $1.62x10^5 \pm 3.49x10^4$ | $1.03x10^4 \pm 5.45x10^3$ |
| (Winter) | 17 | $6.47x10^5 \pm 1.76x10^5$ | $1.63x10^4 \pm 4.41x10^3$ |
| | 18 | $1.22x10^5 \pm 9.54x10^3$ | $1.97x10^4 \pm 4.11x10^3$ |
| | 19 | $4.07x10^3 \pm 1.10x10^3$ | $2.00x10^2 \pm 1.73x10^2$ |

| Period | Store number | Microorganism (CFU/g) | |
|---|---|---|---|
| | | Aerobic Plate Count | Yeasts & Molds |
| | 20 | $4.04x10^4 \pm 1.33x10^4$ | $2.00x10^2 \pm 1.73x10^2$ |
| | 21 | $3.21x10^5 \pm 2.05x10^4$ | n.d. |
| | 22 | $3.75x10^5 \pm 1.75x10^4$ | n.d. |
| | 23 | $9.00x10^3 \pm 4.00x10^3$ | n.d. |
| | 24 | $3.08x10^6 \pm 4.45x10^5$ | $1.58x10^4 \pm 4.73x10^2$ |
| | 25 | $6.23x10^5 \pm 1.14x10^5$ | $1.49x10^4 \pm 3.25x10^3$ |
| | 26 | $2.57x10^4 \pm 1.63x10^3$ | $6.90x10^3 \pm 3.46x10^2$ |
| | 27 | $7.70x10^4 \pm 3.46x10^3$ | $6.27x10^3 \pm 2.20x10^3$ |
| | 28 | $2.15x10^4 \pm 1.76x10^3$ | $1.10x10^3 \pm 2.00x10^2$ |
| | 29 | $2.01x10^4 \pm 3.32x10^3$ | $6.40x10^3 \pm 2.43x10^3$ |
| | 30 | $8.83x10^3 \pm 7.51x10^2$ | $1.50x10^3 \pm 3.61x10^2$ |
| | **average** | **$3.69x10^5 \pm 7.71x10^5$** | **$6.64x10^3 \pm 7.20x10^3$** |
| **Total average** | | **$4.74x10^5 \pm 8.79x10^5$** | **$1.62x10^4 \pm 1.62x10^4$** |

n.d. = not detected หรือตรวจไม่พบในตัวอย่าง

**ตารางที่ 4.2** ค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่เก็บในระยะเวลาต่างๆ และแหล่งต่างกันในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

| Period | Store number | Microorganism (CFU/g) | |
|---|---|---|---|
| | | Aerobic Plate Count | Yeasts & Molds |
| JUN-JUL | Street food | $4.55x10^5 \pm 1.12x10^6$ | $9.83x10^3 \pm 2.23x10^4$ |
| | Supermarkets | $7.66x10^5 \pm 6.68x10^5$ | $4.94x10^4 \pm 4.54x10^4$ |
| FEB-MAR | Street food | $1.00x10^5 \pm 1.48x10^5$ | $1.18x10^3 \pm 2.19x10^3$ |
| | supermarkets | $6.77x10^5 \pm 1.05x10^6$ | $1.29x10^4 \pm 5.12x10^3$ |

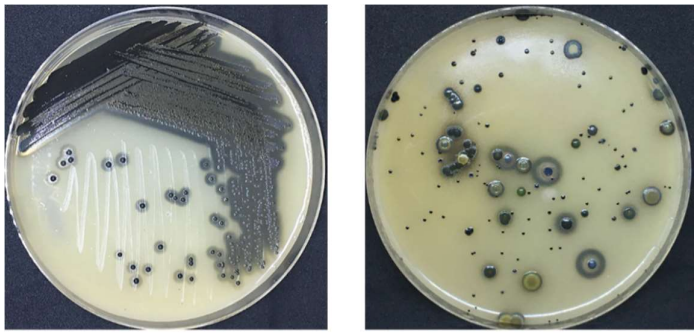


ก. ข.

**ภาพที่ 4.10** แสดงตัวอย่างจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอาหาร Pate Count Agar (PCA) (ก.) และเชื้อยีสต์และรา ทั้งหมดบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA (ข.)

**การตรวจความปลอดภัยทางจุลินทรีย์ของเชื้อ *S. aureus***

จากตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบว่ามี 8 ตัวอย่างของแคนตาลูปตัดแต่งที่พบโคโลนีต้องสงสัย คือ ตัวอย่างที่ 16, 17, 19, 20, 23, 24, 27 และ 28 เก็บในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม (ฤดูหนาว) กล่าวคือพบโคโลนีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร ลักษณะเยิ้มนูน สีดำขอบขาว และมีโซนใสรอบโคโลนี บนอาหาร Baird Parker agar และเมื่อสุ่มโคโลนีต้องสงสัยจำนวน 3 โคโลนีต่อตัวอย่าง มาการทดสอบ coagulase test เพื่อทดสอบการแข็งตัวของพลาสมา พบว่าทั้ง 8 ตัวอย่าง ให้ผลเป็นลบ กล่าวคือไม่มีโคโลนีต้องสงสัยที่ให้ผลเป็น 3+ หรือ 2+ โดย BAM ได้มีการระบุหากได้ผลเป็น 4+ ไม่จำเป็นต้องทำการทดสอบต่อด้วยขั้นตอนอื่นๆ

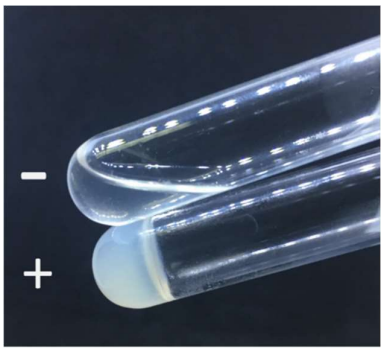


ก. ข.

**ภาพที่ 4.11** การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนอาหาร Baird Parker (BP) agar

ก. ลักษณะโคโลนีของ *Staphylococcus aureus* บนอาหาร Baird Parker agar จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร ลักษณะเยิ้มนูน สีดำขอบขาว และมีโซนใสรอบโคโลนี

ข. ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่แยกได้จากแคนตาลูปตัดแต่ง




**ภาพที่ 4.12** การทดสอบ Coagulase test

**ตารางที่ 4.3** ผลการทดสอบทางชีวเคมีของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

| Store number | strains | Coagulase test |
|---|---|---|
| 16 | CST16-1 | + |
| | CST16-2 | n.d. |
| | CST16-3 | n.d. |
| 17 | CST17-1 | + |
| | CST17-2 | + |
| | CST17-3 | + |
| 19 | CST19-1 | + |
| | CST19-2 | n.d. |
| | CST19-3 | n.d. |
| 20 | CST20-1 | n.d. |
| | CST20-2 | + |
| | CST20-3 | n.d. |
| 23 | CST23-1 | n.d. |
| | CST23-2 | n.d. |
| | CST23-3 | n.d. |
| 24 | CST24-1 | n.d. |

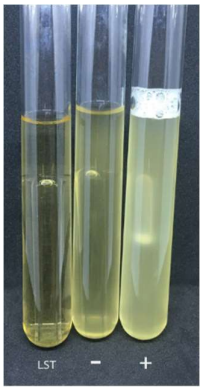
| Store number | strains | Coagulase test |
|---|---|---|
| | CST24-2 | n.d. |
| | CST24-3 | n.d. |
| 27 | CST27-1 | n.d. |
| | CST27-2 | n.d. |
| | CST27-3 | + |
| 28 | CST28-1 | n.d. |
| | CST28-2 | n.d. |
| | CST28-3 | n.d. |

**การตรวจความปลอดภัยทางจุลินทรีย์ของเชื้อ *Escherichia coli***

การตรวจปริมาณ coliform และ fecal coliform ในแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อ coliform จำนวน 26 ตัวอย่าง และ fecal coliform จำนวน 26 ตัวอย่าง คิดเป็น 86.67 และ 86.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังการเขี่ยเชื้อลงบนอาหาร L-EMB agar พบว่ามีเพียง 4 ตัวอย่าง ที่เก็บในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม (ฤดูหนาว) ที่ให้ผลบวก กล่าวคือพบลักษณะโคโลนที่มีลักษณะแบน (flat) มีจุดดำกลางโคโลนี และอาจสร้าง/ไม่สร้าง metallic sheen และเมื่อนำไปทดสอบทางชีวเคมีของเชื้อ *Escherichia coli* หรือ IMViC test พบว่ามี 3 ตัวอย่างที่ให้ผลเป็นบวก คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ตัวอย่างที่ 19 พบให้ผล IMViC เป็น -+-- ซึ่งอ่านผลได้เป็น *E. coli* (biotype2) และตัวอย่างที่ 28 และ 30 ให้ผล IMViC เป็น ++-- ซึ่งอ่านผลได้เป็น *E. coli* (biotype1) เมื่อนำไปคำนวณจำนวน *E. coli* ในตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่ง พบว่าตัวอย่างที่ 28 มีจำนวน *E. coli* ในตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งมากที่สุด คือมีจำนวน *E. coli* เท่ากับ 43 MPN/g รองลงมาคือตัวอย่างที่ 19 และ 30 มีจำนวน *E. coli* เท่ากับ 34.4 และ 2.88 MPN/g ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยจำนวน *E. coli* ต้องน้อยกว่า 100 MPN/g พบว่าตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในจังหวัดสระแก้วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดทั้ง 30 ตัวอย่าง

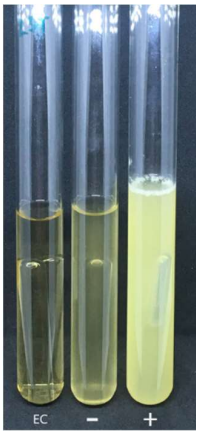
Coliform bacteria นิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขาภิบาลของอาหารและน้ำ เนื่องจาก *E. coli* มีแหล่งอาศัยในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้นการตรวจพบ *E. coli* ในอาหารและน้ำดื่มจึงแสดงว่ามีการปนเปื้อนอุจจาระซึ่งบอกถึงลักษณะสุขาภิบาลการผลิตของอาหารและน้ำซึ่งไม่สะอาดเพียงพอ และมีแนวโน้มที่จะมีแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* และ *Shigella* ซึ่งเป็นแบคทีเรียในกลุ่มเดียวกันปนเปื้อนอยู่ในอาหารและน้ำที่ใช้ในการผลิต

การปรับปรุงคุณภาพการผลิตแหนมไก่เพื่อลดปริมาณเชื้อกลุ่มโคลิฟอร์มนั้น สามารถทำได้โดยการควบคุมผู้ปฏิบัติงานให้มีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี เช่นเดียวกับน้ำที่ใช้ในทุกขั้นตอนการผลิต ที่ควรจะผ่านระบบกรองที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์แหนมไก่ให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อน้อยที่สุด นอกจากนี้กระบวนการหมักที่มีประสิทธิภาพจะสามารถลดปริมาณเชื้อที่ปนเปื้อนมาได้

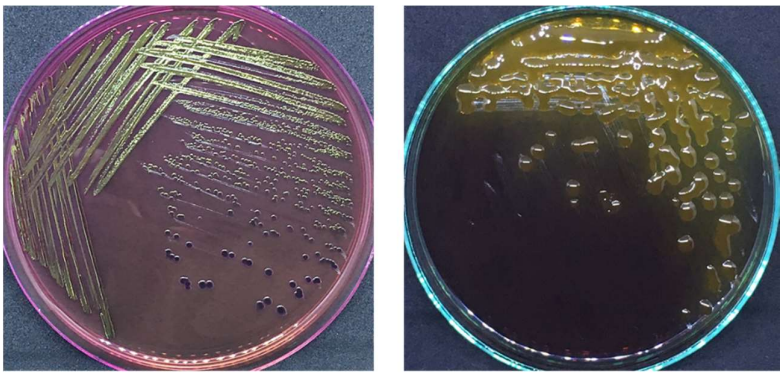



**ภาพที่ 4.13** การทดสอบ presumptive test for coliform ในอาหาร LST Broth

**ภาพที่ 4.14** การทดสอบ Confirmed test for coliforms ในอาหาร BGLB Broth




**ภาพที่ 4.15** การทดสอบ Confirmed test for fecal coliforms ในอาหาร EC Broth



ก. ข.

**ภาพที่ 4.16** การตรวจหาเชื้อ *Escherichia coli* บนอาหาร L-EMB agar

ก. ลักษณะโคโลนีของ *Escherichia coli* บนอาหาร L-EMB agar มีลักษณะแบน (flat) มีจุดดำกลางโคโลนี และอาจสร้าง/ไม่สร้าง metallic sheen

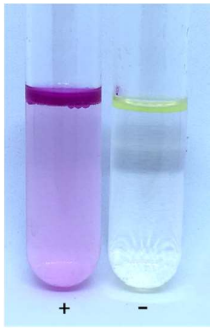
ข. ลักษณะโคโลนีของเชื้อต้องสงสัยที่แยกได้จากแคนตาลูปตัดแต่ง

**ตารางที่ 4.4** ผลการตรวจวิเคราะห์ coliforms, fecal coliforms และ *Escherichia coli* ของแคนตาลูปตัดแต่ง

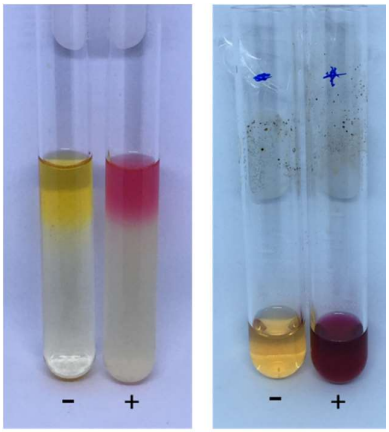
| Store number | Coliforms (MPN/g) BGLB | Fecal coliforms (MPN/g) EC | L-EMB agar plate | *E. coli* (MPN/g) biochem |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 240 | 29 | n.d. | n.d. |
| 2 | 150 | 20 | n.d. | n.d. |
| 3 | 150 | 150 | n.d. | n.d. |
| 4 | >1100 | >1100 | n.d. | n.d. |
| 5 | 1100 | 1100 | n.d. | n.d. |
| 6 | >1100 | >1100 | n.d. | n.d. |
| 7 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| 8 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| 9 | 240 | 240 | n.d. | n.d. |
| 10 | 460 | 460 | n.d. | n.d. |
| 11 | 460 | 460 | n.d. | n.d. |

| Store number | Coliforms (MPN/g) BGLB | Fecal coliforms (MPN/g) EC | L-EMB agar plate | *E. coli* (MPN/g) biochem |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 15 | 15 | n.d. | n.d. |
| 13 | 15 | 15 | n.d. | n.d. |
| 14 | 23 | 23 | n.d. | n.d. |
| 15 | 460 | 460 | n.d. | n.d. |
| 16 | 460 | 93 | n.d. | n.d. |
| 17 | 290 | 290 | n.d. | n.d. |
| 18 | 240 | 93 | n.d. | n.d. |
| 19 | 43 | 43 | + | 34.4 |
| 20 | 460 | 240 | + | n.d. |
| 21 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| 22 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| 23 | 15 | 3.6 | n.d. | n.d. |
| 24 | 460 | 28 | n.d. | n.d. |
| 25 | 20 | 9.2 | n.d. | n.d. |
| 26 | 93 | 3.6 | n.d. | n.d. |
| 27 | 93 | 23 | n.d. | n.d. |
| 28 | 75 | 43 | + | 43 |
| 29 | 43 | 43 | n.d. | n.d. |
| 30 | 23 | 3.6 | + | 2.88 |

n.d. = not detected หรือตรวจไม่พบในตัวอย่าง




**ภาพที่ 4.17** การทดสอบ Indole ของเชื้อ *Escherichia coli* ที่เจริญในอาหาร Tryptone Broth




ก. ข.

**ภาพที่ 4.18** การทดสอบ MR (ก.) และ VP (ข.) ของเชื้อ *Escherichia coli*

**ภาพที่ 4.19** การทดสอบการใช้ citrate ของเชื้อ *Escherichia coli* ในอาหาร Koser'scitrate broth

**ตารางที่ 4.5** การทดสอบ IMViC test ของเชื้อ *Escherichia coli*

| Store number | Isolate | *Escherichia coli* IMViC test | | | | *E. coli* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Indole | Methyl red | Voges-Proskauer | Citrate | |
| E. coli | TISTR527 | + | + | - | - | biotype 1 |
| 19 | CE19-1 | - | + | - | - | biotype 2 |
| | CE19-2 | - | + | - | - | biotype 2 |
| | CE19-3 | - | + | - | - | biotype 2 |
| | CE19-4 | - | + | - | - | biotype 2 |
| | CE19-5 | - | + | + | + | n.d. |
| 20 | CE20-1 | - | + | - | + | n.d. |
| | CE20-2 | - | + | - | + | n.d. |
| | CE20-3 | - | + | - | + | n.d. |
| | CE20-4 | - | + | - | + | n.d. |
| | CE20-5 | - | + | - | + | n.d. |
| 28 | CE28-1 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE28-2 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE28-3 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE28-4 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE28-5 | + | + | - | - | biotype 1 |
| 30 | CE30-1 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE30-2 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE30-3 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE30-4 | + | + | - | - | biotype 1 |
| | CE30-5 | + | + | + | - | n.d. |

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งที่จำหน่ายในจังหวัดสระแก้วทั้งหมด 30 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็นร้านหาบเร่แผงลอยจำนวน 17 ตัวอย่าง และซุปเปอร์มาร์เก็ตจำนวน 13 ตัวอย่าง และแบ่งเก็บตัวอย่างเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง และในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม (ฤดูหนาว) ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง พบว่าคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของแคนตาลูปตัดแต่งที่จำหน่ายในจังหวัดสระแก้วมีค่าความสว่างในช่วง 56.92-77.41 ค่าความเข้มสีในช่วง 20.56-39.81 ค่าสีในช่วง 71.38-112.56 ค่าความแน่นเนื้อในช่วง 2.32-11.96 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในช่วง 7.16-14.86 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตเตรทในช่วง 0.004-0.013 เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์อยู่ในช่วง 10.29-39.18 เปอร์เซ็นต์ และค่าวอเตอร์แอคทิวิตีในช่วง 0.976-0.999

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแคนตาลูปตัดแต่งที่จำหน่ายในจังหวัดสระแก้วทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบว่ามี 11 ตัวอย่าง คิดเป็น 36.67 เปอร์เซ็นต์ มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กล่าวคือมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า $1x10^6$ CFU/g จำนวนยีสต์น้อยกว่า 1,000 CFU/g จำนวนราน้อยกว่า 500 CFU/g จำนวน *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 100 CFU/กรัม และจำนวน *Escherichia coli* น้อยกว่า 100 MPN/กรัม โดยที่ตัวอย่างทั้งหมด 11 ตัวอย่างเก็บได้จากร้านหาบเร่แผงลอยจำนวนทั้งหมด 17 ตัวอย่าง คิดเป็น 64.71 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบว่ามี 19 ตัวอย่าง คิดเป็น 63.33 เปอร์เซ็นต์ มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยประกอบด้วย 6 ตัวอย่างจากที่เก็บได้จากร้านหาบเร่แผงลอยจำนวนทั้งหมด 17 ตัวอย่าง คิดเป็น 35.29 เปอร์เซ็นต์ และ 13 ตัวอย่างจากที่เก็บได้จากซุปเปอร์มาร์เก็ต คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาช่วงของระยะเวลาการเก็บตัวอย่างพบว่าตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในช่วงฤดูฝนผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดจำนวน 6 ตัวอย่าง คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในช่วงฤดูหนาวผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดจำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในช่วงฤดูฝนผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดมากกว่าแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในช่วงฤดูหนาว นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อ *E. coli* ในแคนตาลูปตัดแต่งที่เก็บในช่วงฤดูหนาวอีกด้วย จากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของแคนตาลูปตัดแต่งที่จำหน่ายในจังหวัดสระแก้ว มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดหลายตัวอย่าง ดังนั้นควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค (Good manufacturing practices for ready-to-eat fresh pre-cut fruits) แก่ผู้ประกอบการ เพื่อสร้างความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

# ผลผลิต (Output)

**บทความวิจัย**

1. กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ และ ไกรยศ แซ่ลิ้ม. 2561. คุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณของจุลินทรีย์ของแคนตาลูปตัดแต่งในจังหวัดสระแก้ว. (Physicochemical Qualities and Microbial Population of Fresh–cut Cantaloupe in Sakaeo Province). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49: 1 (พิเศษ): 468-471.

# เอกสารอ้างอิง


กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3. แหล่งที่มา: http://www.dmsc.moph.go.th/dmscnew/news_detail.php?cid=2&id=1646

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2558. ผลของขนาดการตัดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 46 (พิเศษ): 271-274.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2561. แคนตาลูป. แหล่งที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/แคนตาลูป. ค้นเมื่อ: 11 สิงหาคม 2561.

สำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้ว. 2557. งานแคนตาลูปและของดีเมืองอรัญฯ 57 ครั้งที่ 26. แหล่งที่มา: http://www.sakaeo.doae.go.th/index_sakaeo.html. ค้นเมื่อ 30 กันยายน 2557.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค (มกษ. 9039-2556). แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th/standard/download/GMP-CUT-FRUITS-AND-VEGETABLES.pdf

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Method 942.15 Acidity (Tritratable) of Fruit Products. Arlington.

Harker, F. R., I. B. Ferguson, and F. I. Dromgoole. 1989. Ca ion transport through tissue discs of the cortical flesh of apple fruit. Physiol. Plant. 74: 688-694.

Hong J. H., and Gross K. C. 1998. Surface sterilization of whole tomato fruit with sodium hypochlorite influences subsequent postharvest behavior of fresh-cut slices. Journal of Postharvest Biology, 13: 51-58.

Konicaminolta. 2015. L*, C* and H° color space. [Online]. Available Source: http://www.konicaminolta.com/about/research/instruments/instrument_001.html, Accessed Data: 1 April 2018.

Lamikanra, O. 2002. Fresh-Cut Fruits and Vegetables Science, Technology and Market. CRC Press LLC. The United States of America.

Luna-Guzmán, I., M. Cantwell, and D. M. Barrett. 1999. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl2 dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. Postharvest Biol. Technol. 17: 201–213.

Machado, N.P., E.F. Coutinho and R.E. Caetano. 2007. Embalagens plásticas e refrigeração na conservação pós-colheita de jabuticabas. Rev. Bras. Frutic., 29(1): 1166-168.

Paull, R. E., and N. Chen. 2000. Heat treatment and fruit ripening. Postharvest Biol. Technol. 21: 21-37.

Silva, E.P., A.F.L. Cardoso, C. Fante, C.M. Rosell and E.V.B.V. Boas. 2003. Effect of postharvest temperature on the shelf life of gabiroba fruit (Campomanesia pubescens). Food Sci. Technol., 33(4): 632-637.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant physiology. 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates.

# ภาคผนวก ก

**ตารางที่ 1** ความแน่นเนื้อ (firmness; N) ค่าความสว่าง (L* value) ค่าความเข้มสี (C* value) และค่าสี (Hue value) ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคของร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว (n=10)

| Store No. | Firmness (N) | L* value | C* value | Hue value |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 9.41±0.06p | 77.41±0.68p | 24.75±0.79bc | 77.63±0.48de |
| 2 | 9.78±0.07qr | 68.00±1.59gh | 28.45±1.17g | 76.30±1.10c |
| 3 | 8.40±0.23j | 69.15±1.50ijkl | 27.82±0.42fg | 78.37±0.76fgh |
| 4 | 8.47±0.03jk | 69.03±1.11hijkl | 29.41±0.91h | 77.43±0.97d |
| 5 | 2.32±0.03a | 62.82±1.47e | 37.26±1.30o | 71.38±0.67a |
| 6 | 9.76±0.04q | 72.95±1.76h | 25.79±0.86de | 82.57±0.68m |
| 7 | 9.49±0.02p | 70.06±1.04l | 29.90±0.54hi | 79.06±0.45ij |
| 8 | 8.51±0.02k | 61.00±1.39d | 26.34±1.17e | 81.33±0.65l |
| 9 | 4.48±0.03c | 60.00±1.13c | 20.56±1.13a | 84.52±0.83n |
| 10 | 7.32±0.03g | 57.91±1.25b | 25.21±0.91bc | 79.46±0.56j |
| 11 | 8.48±0.03jk | 56.92±0.92a | 26.51±1.06e | 79.30±0.94j |
| 12 | 8.63±0.03l | 69.72±0.82kl | 25.23±1.43bc | 80.16±0.78k |
| 13 | 8.64±0.02l | 60.21±1.05cd | 27.46±1.28f | 78.93±0.84hij |
| 14 | 8.43±0.03jk | 68.55±0.98hij | 30.98±0.54jk | 78.52±0.61ghi |
| 15 | 8.52±0.02k | 64.56±0.58f | 30.94±0.80jk | 75.98±0.43c |
| 16 | 3.40±0.20b | 63.02±0.99e | 25.79±0.81de | 104.78±0.90p |
| 17 | 9.03±0.18o | 68.15±0.60ghi | 39.81±1.06p | 74.99±0.55b |
| 18 | 9.78±0.12qr | 68.37±0.67hi | 24.09±0.52b | 110.99±0.38s |
| 19 | 9.43±0.20p | 67.20±0.47g | 25.29±0.64bc | 112.56±0.74t |
| 20 | 11.96±0.15s | 68.91±0.77hijk | 35.58±0.76n | 79.25±0.38j |
| 21 | 6.87±0.19f | 69.12±0.64ijkl | 35.62±0.53n | 78.84±0.55hij |
| 22 | 6.01±0.09d | 68.13±0.44ghi | 32.90±0.60m | 109.32±0.81r |
| 23 | 6.53±0.08e | 69.55±0.40jkl | 34.85±0.71n | 77.89±0.79defg |
| 24 | 8.08±0.12i | 62.27±0.86e | 24.88±0.61bcd | 108.59±0.28q |
| 25 | 8.89±0.10n | 68.18±0.73ghi | 30.53±1.46ij | 78.18±0.23fgh |
| 26 | 8.79±0.05m | 75.50±0.72o | 25.06±1.47bc | 86.19±0.49o |
| 27 | 7.68±0.06h | 71.42±1.43o | 30.47±0.72ij | 81.64±0.55l |
| 28 | 6.96±0.07f | 73.04±1.01a | 31.77±0.41kl | 80.62±0.67k |
| 29 | 9.88±0.13r | 74.83±1.14o | 32.33±0.53lm | 77.85±0.43def |
| 30 | 8.92±0.03n | 72.43±1.20n | 32.66±1.12m | 76.17±0.41c |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 2** ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids; %) และปริมาณกรดอินทรีย์ที่ไตรเตรทได้ (Tritratable acidity; %) ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคของร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว

| Store No. | **Total Soluble Solids (%)** (n=3) | **Tritratable acidity (%)** (n=5) |
|---|---|---|
| 1 | 7.16±0.11a | 0.007±0.001fg |
| 2 | 10.50±0.10e | 0.004±0.000a |
| 3 | 12.18±0.08k | 0.007±0.001efg |
| 4 | 10.96±0.11g | 0.006±0.001def |
| 5 | 13.26±0.09o | 0.007±0.001efg |
| 6 | 14.56±0.05s | 0.008±0.000gh |
| 7 | 13.42±0.13p | 0.004±0.001ab |
| 8 | 12.84±0.05n | 0.008±0.002gh |
| 9 | 14.30±0.12r | 0.013±0.001j |
| 10 | 11.70±0.07j | 0.004±0.001abc |
| 11 | 10.66±0.05f | 0.004±0.001ab |
| 12 | 12.10±0.10k | 0.005±0.001abcd |
| 13 | 12.24±0.11kl | 0.007±0.001fg |
| 14 | 10.24±0.05d | 0.005±0.001abcd |
| 15 | 11.28±0.19h | 0.007±0.000efg |
| 16 | 13.76±0.15q | 0.006±0.001def |
| 17 | 11.44±0.18i | 0.006±0.001bcde |
| 18 | 14.86±0.15t | 0.009±0.001h |
| 19 | 11.24±0.11h | 0.006±0.001cdef |
| 20 | 8.48±0.08b | 0.006±0.000cdef |
| 21 | 14.46±0.13s | 0.007±0.001efg |
| 22 | 10.80±0.12f | 0.007±0.001efg |
| 23 | 12.44±0.15m | 0.005±0.000bcde |
| 24 | 9.38±0.08c | 0.006±0.001bcde |
| 25 | 9.38±0.08c | 0.004±0.000a |
| 26 | 12.36±0.05lm | 0.011±0.001i |
| 27 | 10.66±0.11f | 0.005±0.001abcd |
| 28 | 11.16±0.11h | 0.005±0.000abcd |
| 29 | 8.34±0.11b | 0.007±0.000def |
| 30 | 11.70±0.16j | 0.010±0.000i |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 3** เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte leakage; %) และค่า water activity ($a_w$) ของเนื้อผลแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคของร้านค้าต่างๆ จำนวน 30 ร้านในจังหวัดสระแก้ว (n=3)

| Store No. | Electrolyte leakage (%) | Water activity |
|---|---|---|
| 1 | 14.63±0.32cde | 0.986±0.001c |
| 2 | 10.46±0.23a | 0.986±0.000cd |
| 3 | 20.55±0.66i | 0.981±0.001b |
| 4 | 15.43±0.68ef | 0.986±0.003cd |
| 5 | 39.18±1.62p | 0.984±0.001bc |
| 6 | 13.50±1.04c | 0.986±0.004cd |
| 7 | 15.53±1.23ef | 0.986±0.003cd |
| 8 | 15.24±0.25e | 0.996±0.003ghi |
| 9 | 35.47±0.36n | 0.985±0.004c |
| 10 | 25.32±0.60kl | 0.983±0.002bc |
| 11 | 20.45±0.07i | 0.976±0.003a |
| 12 | 26.20±0.17lm | 0.994±0.000fg |
| 13 | 18.52±0.27h | 0.991±0.000ef |
| 14 | 15.03±0.10de | 0.993±0.000efg |
| 15 | 15.17±0.14e | 0.995±0.000gh |
| 16 | 37.09±0.20o | 0.994±0.001fg |
| 17 | 16.59±0.20fg | 0.989±0.001de |
| 18 | 15.50±0.51ef | 0.986±0.001c |
| 19 | 13.79±0.49cd | 0.986±0.001cd |
| 20 | 10.29±0.40a | 0.986±0.003cd |
| 21 | 23.91±0.76j | 0.999±0.00hi |
| 22 | 26.64±0.76m | 0.999±0.000i |
| 23 | 24.81±1.55jk | 0.990±0.002ef |
| 24 | 23.98±1.21j | 0.984±0.002bc |
| 25 | 21.03±0.73i | 0.983±0.001bc |
| 26 | 11.74±0.60b | 0.999±0.000i |
| 27 | 14.17±0.18cde | 0.995±0.001gh |
| 28 | 16.99±1.16g | 0.993±0.002gh |
| 29 | 14.89±0.17de | 0.986±0.003cd |
| 30 | 15.11±0.35e | |

**หมายเหตุ:** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%