หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

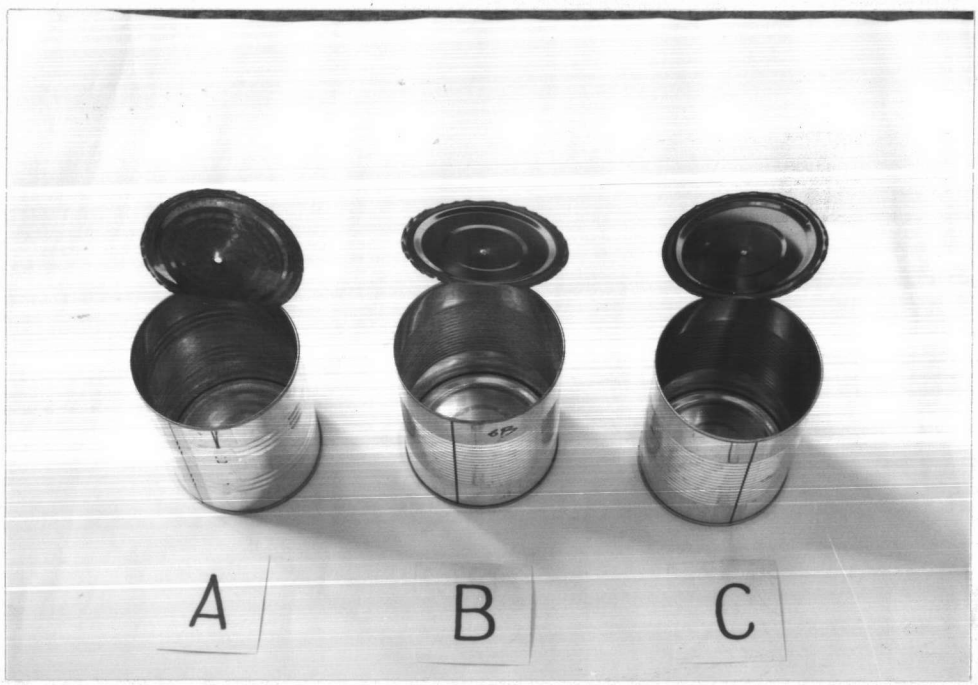
3.1 การศึกษาชนิดของกระป๋องที่เหมาะสมสำหรับบรรจุสับปะรด

ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาแลกเกอร์ชนิดต่าง ๆ เพื่อหาชนิดของแลกเกอร์ที่เหมาะสมสำหรับเคลือบกระป๋องที่ใช้บรรจุสับปะรด จากการศึกษาชนิดของแลกเกอร์ที่ใช้เคลือบกระป๋องสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร พบว่ามีแลกเกอร์ 2 ชนิด ที่เหมาะสม คือ epoxy-phenolic และ oleoresinous ("R"-enamel) แต่เมื่อสำรวจชนิดของแลกเกอร์ที่ผลิตภายในประเทศพบว่า oleoresinous ไม่ได้มีการผลิตแล้ว (37) ดังนั้นจึงเลือกใช้แลกเกอร์เคลือบกระป๋องชนิด epoxy-phenolic ในการศึกษาในครั้งนี้ แลกเกอร์ชนิด epoxy-phenolic ที่นำมาใช้เคลือบกระป๋องที่เป็นแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกนี้มี 2 แบบคือ ใช้เคลือบทั่วทั้งกระป๋องและเคลือบเฉพาะที่ฝาและก้นกระป๋องในงานวิจัยนี้จึงใช้กระป๋องที่เคลือบแลกเกอร์ 2 แบบนี้ และกระป๋องที่ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (plain can) ไปพร้อมกันด้วย ซึ่งรายละเอียดของกระป๋องแต่ละชนิดมีดังนี้ (รูปที่ 3.1) คือ

- กระป๋องชนิดที่ 1 กระป๋องที่เคลือบแลกเกอร์ epoxy-phenolic ชนิดสีเหลืองทองทั่วทั้งกระป๋อง (fully lacquered can) แลกเกอร์ชนิดนี้ประกอบด้วย epoxy resins และ phenolic resins ของบริษัทเมตัลบ๊อกซ์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งมีความหนาของชั้นของดีบุกที่ฝา, ก้น และตัวกระป๋อง 0.25 lb/base box

- กระป๋องชนิดที่ 2 กระป๋องที่เคลือบแลกเกอร์ epoxy-phenolic ชนิดสีขาวใสเฉพาะที่ฝาและก้นกระป๋อง (partially lacquered can) แลกเกอร์ชนิดนี้นอกจากจะประกอบด้วย epoxy resins และ phenolic resins แล้วยังมี amino resiss ด้วย ของบริษัทเมตัลบ๊อกซ์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งมีความหนาของชั้นของดีบุกที่ฝาและก้นกระป๋อง 0.25 lb/base box ส่วนตัวกระป๋องเป็นแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกซึ่งไม่ได้เคลือบแลกเกอร์มีความหนาของชั้นของดีบุก 1.00 lb/base box

- กระป๋องชนิดที่ 3 กระป๋องที่ไม่ได้เคลือบแลกเกอร์ (plain can) ของบริษัทสับปะรดไทย จำกัด ซึ่งมีความหนาของชั้นของดีบุกที่ฝา, ก้นกระป๋องและตัวกระป๋อง 1.00 lb/base box



รูปที่ 3.1 กระป๋องที่ใช้บรรจุสับปะรดในงานวิจัยนี้

A : กระป๋องชนิด plain can

B : กระป๋องชนิด partially lacquered can

C : กระป๋องชนิด fully lacquered can

3.2 pH ของสับปะรดกระป๋อง

จากการสอบถามจากบริษัท สับปะรดไทย จำกัด เกี่ยวกับ pH ของสับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละในน้ำเชื่อมใสบรรจุในกระป๋อง NO 2 (307 X 409) ได้ข้อมูลดังนี้ คือ

pH ที่ต่ำที่สุดของสับปะรดกระป๋องชนิดนี้ คือ 3.4

pH ที่สูงที่สุดของสับปะรดกระป๋องชนิดนี้ คือ 4.4

pH เฉลี่ยของสับปะรดกระป๋องชนิดนี้ คือ 3.9

ดังนั้นในการเลือก pH ที่จะใช้ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ 2 ค่า คือ

ค่าที่ 1 : pH 3.4

ค่าที่ 2 : pH 4.4

3.3 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ (process time & temperature)

จากการศึกษาจากเอกสารพบว่า ในแต่ละกลุ่มของ pH จะมี range ของค่า lethality ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกค่าสูงสุดและต่ำที่สุดที่เป็นไปได้ของแต่ละช่วงโดยการแปรค่าของเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าที่ได้จากบริษัทสับปะรดไทย (38) เป็นหลักค่าหนึ่งส่วนอีกค่าหนึ่งจะเป็นค่าที่ได้จากเอกสาร (9, 21, 22, 23) ซึ่งเมื่อแบ่งตามช่วง pH จะเป็นดังนี้ คือ

สับปะรดกระป๋องที่มี pH น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.1

เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ (จากการศึกษาจากเอกสาร) อยู่ในช่วง 11.12-13.30 นาที 100 °C

เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ (จากทางโรงงาน) เท่ากับ 9.7 นาที 100 °C

สับปะรดกระป๋องที่มี pH มากกว่า 4.1

เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ (จากการศึกษาจากเอกสาร) เท่ากับ 23.33 นาที 100 °C

เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ (จากทางโรงงาน) เท่ากับ 9.7 นาที 105 °C

เมื่อเปรียบเทียบเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อของผลไม้กระป๋องที่มี pH น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 4.1 ระหว่างค่าที่โรงงานใช้และค่าที่ได้จากเอกสารพบว่า เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อที่โรงงานใช้เท่ากับ 9.7 นาที 100 °C ซึ่งน้อยกว่าค่าจากเอกสาร ดังนั้นในการเลือกเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อค่ามากที่เป็นค่าจากเอกสาร คือ 13.30 นาที 100 °C และค่าน้อยที่เป็นค่าจากโรงงาน คือ 9.7 นาที 100 °C

สำหรับผลไม้กระป๋องที่มี pH มากกว่า 4.1 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อที่โรงงานใช้และจากเอกสารเท่ากับ 9.7 นาที 105 °C และ 23.33 นาที 100 °C ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อและจากเอกสารไม่เท่ากัน การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อจึงทำได้ยาก ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนค่าเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อให้อยู่ในรูปของ F_o ที่ 250 °F (39)

โดย $\frac{F^{Z}\ 250}{F^{Z}_{T}} = \frac{1}{10^{\left(\frac{250-T}{Z}\right)}}$ มีหน่วยเป็น $\frac{\text{นาทีที่ 250 °F}}{\text{นาทีที่อุณหภูมิ T °F}}$

โดย Z = 18 °F (ตัวอย่างการคำนวณค่า F_o ที่ 250 °F อยู่ในภาคผนวก ค)

ดังนั้นเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ (จากการศึกษาจากเอกสาร) เท่ากับ 0.1841 นาทีที่ 250 °F หรือ 23.33 นาที 100 °C หรือ 7.52 นาที 105 °C

เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ (จากทางโรงงาน) เท่ากับ 0.2375 นาทีที่ 250 °F หรือ 9.7 นาที 105 °C

เมื่อเปรียบเทียบเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อของผลไม้กระป๋องที่มี pH มากกว่า 4.1 ระหว่างค่าที่โรงงานใช้และค่าที่ได้จากเอกสารพบว่า เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อที่โรงงานใช้เท่ากับ 0.2375 นาที ซึ่งมากกว่าค่าจากเอกสาร ดังนั้นในการเลือกเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อค่าน้อยที่เป็นค่าจากเอกสาร คือ 7.52 นาที 105 °C และค่ามากซึ่งเป็นค่าจากโรงงาน คือ 9.7 นาที 105 °C

ดังนั้นในการเลือก pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อของสับปะรดกระป๋องเป็นดังนี้ คือ

pH 3.4 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ
- ค่าน้อย 9.7 นาที 100 °C
- ค่ามาก 13.30 นาที 100 °C

pH 4.4 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ
- ค่าน้อย 7.52 นาที 105 °C
- ค่ามาก 9.7 นาที 105 °C

แต่เนื่องจากในช่วงที่ทำการบรรจุสับปะรดกระป๋อง สับปะรดมี pH สูงสุดเพียง 4.0 จึงใช้ค่า pH สูงที่ 4.0 และนอกจากนี้ cooker ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อสับปะรดกระป๋อง NO 2 (307 X 409) เป็น rotary continuous cooker ถ้าเวลาที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อน้อย ระยะเวลาที่กระป๋องอยู่ใน cooker จะสั้นเป็นผลให้สายพานของเครื่อง cooker จะต้องหมุนด้วยความเร็วของรอบที่สูงซึ่งจะมีผลทำให้สายพานขาดได้ ดังนั้นเวลาที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ 7.52 นาที ที่อุณหภูมิ 105 °C จึงใช้ไม่ได้จึงต้องปรับความเร็วของสายพานให้ดำเนินการได้โดยไม่ขาดเป็นผลให้เวลาที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อเป็น 11.8 นาทีที่ 103 °C โดยมีค่า F_o (250 °F) ยังคงเท่าเดิม คือ 0.1841 นาทีที่ 250 °F

ดังนั้น pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ

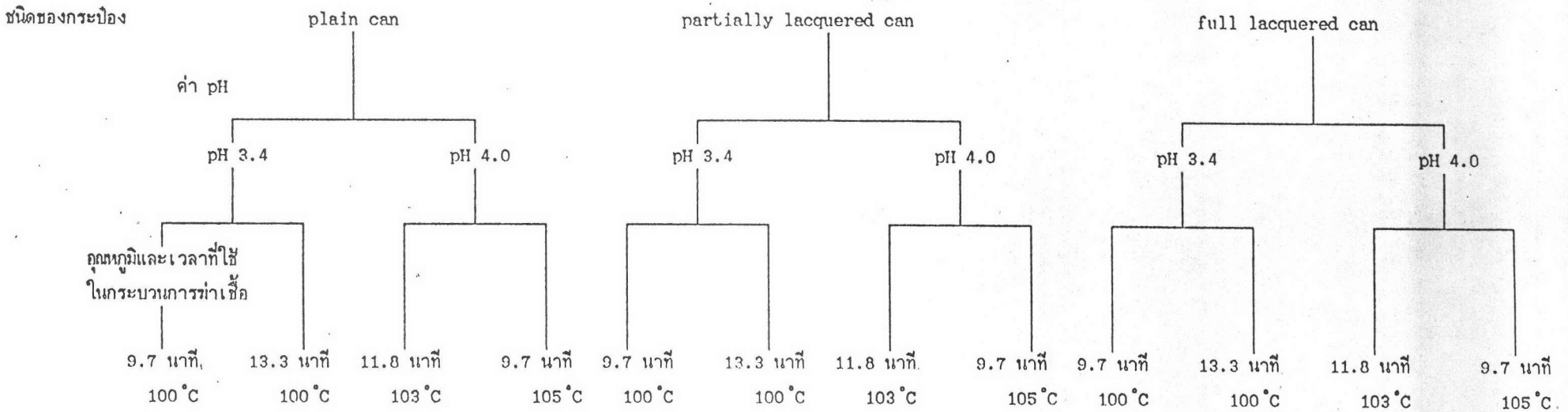
pH 3.4 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ
- ค่าน้อย 9.7 นาที 100 °C
- ค่ามาก 13.30 นาที 100 °C

pH 4.0 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ
- ค่าน้อย 11.8 นาที 103 °C
- ค่ามาก 9.7 นาที 105 °C

จากข้อมูลในข้อ 3.1, 3.2 และ 3.3 จึงผลิตสับปะรดกระป๋องชนิดชิ้นคละบรรจุในน้ำเชื่อมใสได้ 12 ทรีตเมนต์ ดังรูปที่ 3.2

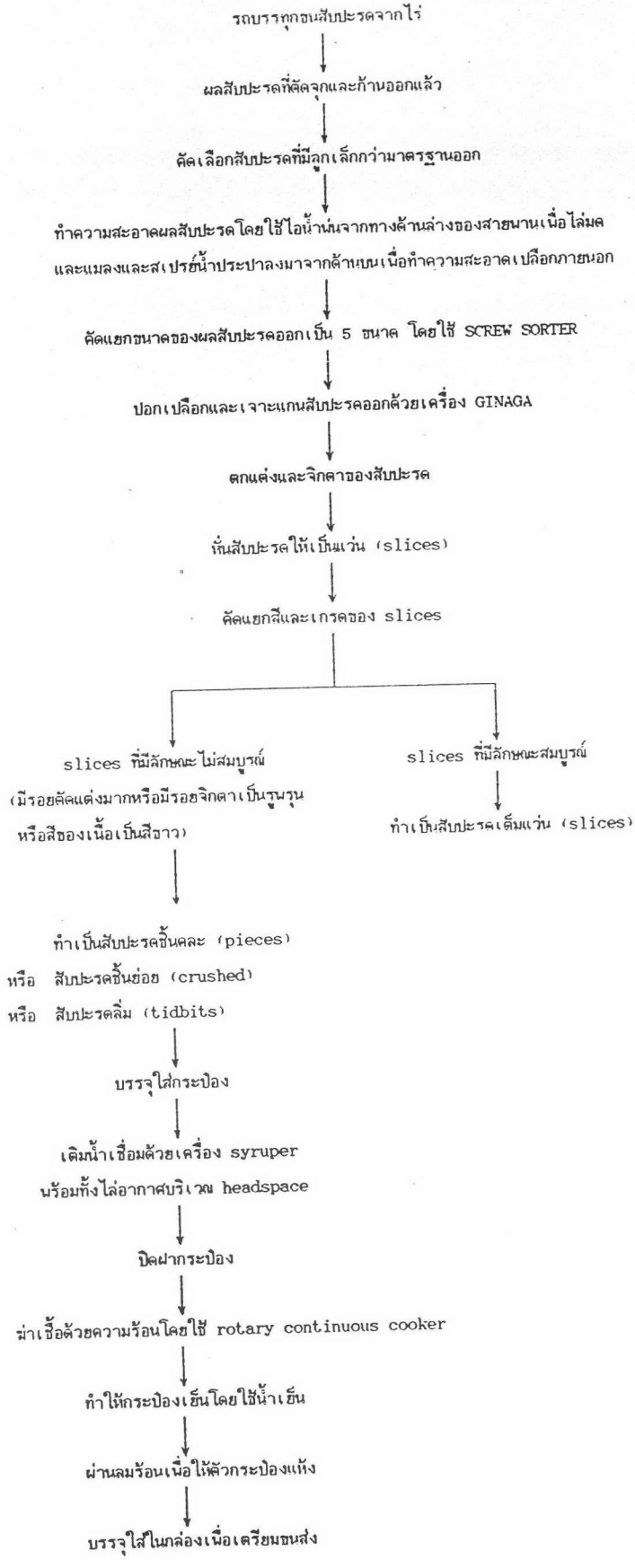
หลังจากทำการผลิตสับปะรดกระป๋องทั้ง 12 ทรีตเมนต์แล้วเก็บสับปะรดกระป๋องทั้ง 12 ทรีตเมนต์ ไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °C)

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการติดตามผลของอุณหภูมิที่เก็บต่อการเปลี่ยนแปลงองค์-ประกอบทางเคมีเพื่อประโยชน์ในการประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงได้เลือกสับปะรดที่บรรจุในกระป๋องชนิด plain can ที่มี pH ประมาณ 3.4 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ 9.7 นาที 100 °C เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 37 °C เปรียบเทียบกับสับปะรดกระป๋องทรีตเมนต์เดียวกันนี้ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 3.2 รายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์กระป๋อง 12 ทรีตเมนต์

3.4 กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง



3.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติของสับปะรดกระป๋อง

3.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- เครื่องชั่งละเอียด (Satorius, A2003)
- pH meter (Corning, M220)
- เครื่องปั่น (Waring blender, 328 L79)
- Spectrophotometer (Shimadzu, UV 240 P/N 204-58000)
- Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer, Model ICPS-50
- Hand refractometer (ATAGO)

สุ่มตัวอย่างสับปะรดกระป๋องทั้ง 12 ทรีตเมนต์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและอีก 1 ทรีตเมนต์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 37 °C ทุก ๆ 2 เดือน นำมาตรวจวิเคราะห์

3.5.2 วิธีวิเคราะห์

3.5.2.1 วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

- วัด vacuum โดยใช้ vacuum gauge
- เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเนื้อสับปะรดในกระป๋อง (% drain weight) (40)
- ความหนาแน่นของสับปะรดกระป๋องตีปน (ภาคผนวก ก)
- ลักษณะการหลุดลอกของแลกเกอร์ภายในของกระป๋อง (ภาคผนวก ก)

3.5.2.2 วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

- วัด pH โดยใช้ pH meter
- วัด Brix โดยใช้ hand refractometer
- หาปริมาณกรด (% acidity) ในรูปของกรดซิตริก (41)
- วิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) (42)
- วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด (total reducing sugars) (43)
- วิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด (total amino acids) (40)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- วิเคราะห์ปริมาณไฮดรอกซีเมทธิลเฟอร์ฟิวรอล (hydroxymethyl-furfural ; HMF) (44)
- วิเคราะห์ปริมาณดีบุก (45)

วางแผนการทดลองแบบ asymmetric factorial ขนาด 3X2X2 ทดลอง 2 ซ้ำ

3.5.2.3 วิธีประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 12 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนิสิตปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกำหนดมาตรฐานให้ตามแบบสอบถามในภาคผนวก ง โดยใช้วิธีให้คะแนน (scoring method) ตามลักษณะต่อไปนี้

- สีของเนื้อสับปะรดกระป๋อง
- สีของน้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋อง
- กลิ่นของสับปะรดกระป๋อง
- รสชาติของเนื้อสับปะรดกระป๋อง
- รสชาติของน้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋อง
- เนื้อสัมผัสของสับปะรดกระป๋อง

วางแผนการทดลองแบบ factorial randomized complete block ทดลอง 2 ซ้ำ

3.6 ขั้นตอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี