ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ การต้านอนุมูลอิสระ สารเคมีตกค้าง โลหะหนัก และจุลินทรีย์

ภาคผนวก ก1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีอบในตู้อบไฟฟ้า (A.O.A.C., 2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิปรับอุณหภูมิได้
2. ภาชนะหาความชื้น (ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝา)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชม. นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

2. กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 ก. ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักดีแล้ว นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชม. นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักแห้งที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

การคำนวณ

$$M = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

โดยที่ M = ปริมาณความชื้น (%)

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

2. การวัดค่าพีเอช (AOAC., 2000)

อุปกรณ์

1. พีเอชมิเตอร์
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 มล.

วิธีการ

1. ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง (สารสกัดกระเจี๊ยบแดงผง) ชั่งตัวอย่าง 1 ก. ลงในบีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นปราศจากอิออน 100 มล.
2. วัดความเป็นกรดด่างโดยใช้พีเอชมิเตอร์ที่ผ่านการปรับด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน พีเอช 4.0 และ 7.0
3. ตัวอย่างซอสกระเจี๊ยบแดงวัดความเป็นกรดด่างโดยใช้พีเอชมิเตอร์ที่ผ่านการปรับด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน พีเอช 4.0 และ 7.0

3. การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (A.O.A.C., 2000)

อุปกรณ์

1. Hand refractometer

วิธีการ

1. ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง (สารสกัดกระเจี๊ยบแดงผง) ชั่งตัวอย่าง 1 ก. ลงในบีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นปราศจากอิออน 100 มล.นำตัวอย่างวัดด้วย hand refractometer อ่านปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในหน่วยของศาบริกซ์
2. ตัวอย่างซอสกระเจี๊ยบแดงนำไปวัดด้วย hand refractometer อ่านปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในหน่วยของศาบริกซ์

4. การหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (A.O.A.C., 2000)

อุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มล.

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน
2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

1. นำโพแทสเซียมแอซิดพาทาเลท ($KHC_8H_4O_4$) ใส่กระจกนาฬิกาไปอบที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชม. ปล่อยให้เย็นใน desiccator
2. ชั่งน้ำหนักให้ได้แน่นอน 0.8 ก. ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.
3. เติมน้ำกลั่นต้ม 25 มล. (ทำซ้ำ 3 ขวด)
4. ไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ฟ-ทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักสารสกัดกระเจี๊ยบแดงผง 1 ก.ละลายในน้ำกลั่น 100 มล.
2. ปิเปตสารละลายที่ได้ 10 มล. ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มล. เติมน้ำกลั่นลงไป 30 มล. และเติมฟีนอล์ฟทาลีน 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน
3. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนได้จุดยุติเป็นสีชมพู

การคำนวณ

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)

$$M = \frac{\text{ไตเตอร์ (มล.)} \times N \times 70 \times 100}{1000 \times \text{นน. สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (ก.)}}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

70 = น้ำหนักกรัมสมมูลของกรดมาลิก

ภาคผนวก ก2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ค่า Bulk Density (Al-kahtani and Hassan., 1990)

อุปกรณ์

กระบอกตวงขนาด 25 มล.

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักของกระบอกตวง บันทึกปริมาตร
2. ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกตวง เขย่าเบา ๆ ชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาตร

การคำนวณ

คำนวณหาความหนาแน่นจากสูตร D = M/V

เมื่อ D = ความหนาแน่น (ก./มล.)

M = มวล (ก.)

V = ปริมาตร (มล.)

2. การวัดค่าความสามารถในการละลาย (นัยวิทย์ เฉลิมนนท์, 2538)

ชั่งน้ำหนักสารสกัดกระเจี๊ยบแดงผง 4 ก.ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มล. ที่มีน้ำกลั่นบรรจุอยู่ 100 มล. กวนสารละลายด้วยด้วยเครื่องกวนที่ความเร็วระดับ 5 เป็นเวลา 90 วินาที นำสารละลายมากรองผ่านกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักคงที่แล้ว นำไปอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส นำมาชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่ ค่าการละลายเปรียบเทียบจาก จำนวนตะกอนที่เหลืออยู่หลังจากหักน้ำหนักกระดาษกรองออกแล้ว

3. การวัดค่าสี

เครื่องมือ

ใช้เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น ColorFlex

วิธีการ

1. เลือกโปรแกรม Hunter Lab ($L^* a^* b^*$) illuminate=D65 และ observer=10^0
2. ทำการปรับมาตรฐานสีโดยใช้แผ่นเทียบสีดำมาตรฐาน แผ่นเทียบสีขาวมาตรฐานสำหรับตัวอย่างผงและน้ำกลั่นสำหรับตัวอย่างของเหลว
3. เทตัวอย่างผงหรือรินตัวอย่างซอสกระเจี๊ยบแดงแล้วนำไปวางในตำแหน่งที่วัดค่าสีค่าที่วัดได้เป็น $L^* a^* b^*$

4. การวัดค่าความหนืด (ดัดแปลงจากHeureux-Calix and Badrie, 2004)

เครื่องมือ

เครื่องวัดความหนืด ยี่ห้อ Bostwict consistometer

วิธีการ

นำเพียวเร่กระเจี๊ยบแดงหรือซอสกระเจี๊ยบแดง บรรจุในช่องบรรจุตัวอย่างให้เต็ม ปลดล็อคช่องเปิดตัวอย่าง พร้อมกับจับเวลา 30 วินาที อ่านค่าระยะทางที่ตัวอย่างเคลื่อนที่ได้ในหน่วย ซม./30วินาที

ภาคผนวก ก3 การวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

1. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH scavenging assay (Yamasaki, *et al*., 1994)

อุปกรณ์

1. ไมโครปิเปตขนาด 10-200 และ 20-1000 ไมโครลิตร
2. Microplate ขนาด 96 หลุม
3. Micro plate reader
4. หลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 15 มล. (สำหรับเจือจางตัวอย่าง)
5. หลอดเก็บตัวอย่างฝาเกลียวขนาด 15 มล.

สารเคมี

1. Absolute ethanol
2. BHT (Butylhydroxytoluene)
3. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)

วิธีการ

1. การเตรียมสารละลายของ DPPH ใน Ethanol

1.1 เตรียม DPPH ให้มีความเข้มข้น $6x10^{-5}$ โมลาร์ จำนวน 100 มล. โดยชั่งน้ำหนัก DPPH 2.4 มก. ละลายและปรับปริมาตรให้ครบ 100 มล. ด้วย absolute ethanol แล้วเก็บไว้ในขวดสีชา

หมายเหตุ ควรเตรียมทันทีก่อนใช้ เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส ใช้ได้ประมาณ 3 วัน

1.2 การคำนวณความเข้มข้นของ DPPH (น้ำหนักโมเลกุลของ DPPH = 394.32)

น้ำหนักสาร (ก.) = $6x10^{-5}$ โมล/ล. x 394.32 กรัม/โมล = 0.024 ก./ล.

ถ้าต้องการเตรียม DPPH ให้มีความเข้มข้น $6x10^{-5}$ โมลาร์ จำนวน 100 มล. จะต้องชั่ง DPPH = (0.024 ก. x 100 มล.)/1000 มล.= 0.0024 ก. (2.4 มก.)

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

สารมาตรฐานที่ใช้คือ BHT เตรียมให้มีความเข้มข้น 100, 50, 25, 10 และ 5 ไมโครกรัม/มล. (ความเข้มข้นสุดท้ายคือ 200, 100, 50, 20 และ 10 ไมโครกรัม/มล. ตามลำดับ) ความเข้มข้นละ 2 มล. โดยใช้ absolute ethanol เป็นตัวทำละลาย

3. การเตรียมสารตัวอย่าง

เตรียมสารละลายของสารตัวอย่างให้มีความเข้มข้น 200, 100, 50, 20 และ 10 ไมโครกรัม/มล. ความเข้มข้นละ 2 มล. สำหรับสารสกัดที่เตรียมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น

acetone extract, chloroform extract และ alcohol extract จะใช้ absolute ethanol เป็นตัวทำละลาย ส่วนสารตัวอย่างที่เป็น water extract จะใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย

4. วิธีการทดสอบ

4.1 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ใส่ในหลุม microtiter plate ในแต่ละความเข้มข้น

4.2 เติมสารละลายของ DPPH ใน absolute ethanol 100 ไมโครลิตร (ความเข้มข้นสุดท้ายของตัวอย่างคือ 100, 50, 25, 10 และ 5 ไมโครกรัม/มล. ตามลำดับ)

4.3 นำไปเขย่าให้สารผสมเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

4.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 100 ไมโครลิตร ผสมกับ absolute ethanol 100 ไมโครลิตร เป็น blank ของสารละลายตัวอย่าง

4.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน BHT และ control ที่ 520 นาโนเมตร โดยที่ control ประกอบด้วยน้ำกลั่น 100 ไมโครลิตร และ DPPH 100 ไมโครลิตร และใช้ น้ำกลั่น 100 ไมโครลิตรผสมกับ absolute ethanol 100 ไมโครลิตร เป็น blank ของ control

<u>หมายเหตุ</u> ในแต่ละความเข้มข้นจะทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง (Triplicate)

5. การคำนวณหา % inhibition

$$\% \text{ inhibition} = \frac{\left[\text{OD.control} - \text{OD.sample} \right]}{\text{OD.control}} \times 100$$

คำนวณค่าเฉลี่ยของ % inhibition ในแต่ละความเข้มข้น แล้วนำไปหาความสัมพันธ์ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (R^2) ที่มีค่าสูงที่สุด เพื่อหาปริมาณของสารตัวอย่าง (ไมโครกรัม) ที่สามารถลดปริมาณ DPPH ได้ 50 % ต่อสารละลาย 1 มล. ของสารละลายเริ่มต้น (EC_{50})

2. การวิเคราะห์หาปริมาณ Total phenolic compound (ดัดแปลงจาก Miliauskas *et al*., 2004)

อุปกรณ์

1. ไมโครปิเปตขนาด 10-200 และ 20-1000 ไมโครลิตร
2. Microplate ขนาด 96 หลุม
3. Micro plate reader
4. หลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 15 มล. (สำหรับเจือจางตัวอย่าง)
5. หลอดเก็บตัวอย่างฝาเกลียวขนาด 15 มล.

สารเคมี

1. Folin-Ciocalteu phenol reagent: เตรียมโดยเจือจางสารละลาย 10 มล. ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น
2. กรดแกลลิก
3. Sodium carbonate anhydrous (Na_2CO_3): เตรียมโดยละลาย Na_2CO_3 7.5 ก. ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.
4. เอทานอล

วิธีการ

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมให้มีความเข้มข้น 80, 40, 20, 16, 8 และ 4 ไมโครกรัม/มล. ความเข้มข้นละ 2 มล. โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

เตรียมสารละลายตัวอย่างให้มีความเข้มข้น 1000, 500, 250 และ 100 ไมโครกรัม/มล. ความเข้มข้นละ 2 มล. โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย

3. วิธีการทดสอบ

3.1 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 20 ไมโครลิตร ใส่ในหลุม micro plate ในแต่ละความเข้มข้น

3.2 เติมสารละลายของ Folin-Ciocalteu phenol เจือจาง 10 เท่า 100 ไมโครลิตร ในแต่ละหลุม

3.3 เติมสารละลาย Sodium carbonate anhydrous 80 ไมโครลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

3.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

3.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ตามวิธีการทดสอบข้อ 3.1-3.4 โดยเปลี่ยนจากสารตัวอย่างเป็นสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

4. การคำนวณ

4.1 นำค่า OD. ที่วัดได้ ไปทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก และหาค่า linear regression

4.2 หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

3. การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Fuleki and Francis, 1968)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab รุ่น ColorQuest XT

วิธีการ

1. นำสารสกัดกระเจี๊ยบแดงผง 0.5 ก. ละลายในน้ำกลั่น 100 มล.
2. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

การคำนวณ

1. หา Dilution factor (DF) = (TV/SV)*DV
   = (800 มล./0.5 ก.)*100 มล.
   = 160000 มล.^{2}/ ก.
2. จำนวนแอนโทไซยานินรวม = (OD520*DF)/90
   = (0.139*160000 มล.^{2}/ ก.)/(90 มล./มก.)
   = 226.476 มก.แอนโทไซยานินต่อ กระเจี๊ยบแดงแห้ง 100 ก.

หมายเหตุ TV = ปริมาตรสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่สกัดได้จากกระเจี๊ยบแห้ง 100 ก.
SV = ปริมาณสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ใช้เตรียมเป็นสารละลายเพื่อหาค่า OD
DV = ปริมาตรน้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลายตัวอย่าง
90 = ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ยของแอนโทไซยานินทั้งหมด (extinction coefficient)

ภาคผนวก ก4 การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีตกค้าง (Steinwandter, 1985)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas Chromatography

วิธีการ

1. นำกระเจี๊ยบแดงสด 10-50 ก. เติมน้ำกลั่นให้พอดีกับกระเจี๊ยบสดลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มล.
2. เติมอะซิโตน 200 มล. ปิดปากขวดรูปชมพู่ แล้วนำไปเขย่า ด้วยเครื่องเขย่านาน 1 คืน
3. เติมโซเดียมคลอไรด์ 30 ก. และ เฮกเซนปริมาตร 150 มล.
4. นำสารละลายไปเขย่าต่อด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 1-6 ชม.

5. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีตกค้างในกลุ่มออร์กาโนฟอตเฟต ด้วยเครื่อง Gas Chromatography โดยเทียบกับสารมาตรฐาน (ส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร อ.หาดใหญ่)

ภาคผนวก ก5 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก (A.O.A.C., 2000)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Inductively Couple Plasma-Mass Sprectrometry (ICP-MS)

วิธีการ

1. นำกระเจี๊ยบแดงบดละเอียด 1 ก. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 8 มล.
2. นำไปสกัดด้วยเครื่องสกัดที่ใช้รังสีไมโครเวฟเป็นแหล่งให้ความร้อน
3. นำสารละลายใสที่ได้ไปปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากอิออน ให้ได้ปริมาตร 25 มล. ด้วยขวดปรับปริมาตร
4. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Inductively Couple Plasma-Mass Sprectrometry (ส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร อหาดใหญ่)

ภาคผนวก ก6 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ (USFDA, 2001)

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable count) โดยวิธี pour plate

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)
2. สารละลายเปปโตน 0.1% (0.1% peptone solution)

วิธีการ

1. เปิดฝาขวดของซอสกระเจี๊ยบแดง หรือใช้กรรไกรตัดปากถุงซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงทนความร้อนสูง ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ
2. ทำการเจือจางตัวอย่างให้เป็น 1:10, 1:100 และ 1:1000 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายเปปโตน 0.1%
3. ดูดตัวอย่างจากข้อ 2 อย่างละ 1 มล. (ทำ 2 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหาร PCA ประมาณ 15 มล. ลงไป
4. หมุนจานเพาะเชื้อเบา ๆ เป็นวงกลม แล้วตั้งไว้ให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที

อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในลักษณะจานคว่ำเป็นเวลา 24 ชม.

5. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อมล. ตัวอย่าง (CFU/มล.)

2. การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี spread plate

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA) ที่ผ่านการปรับพีเอช (3.5) ด้วยกรดทาร์ทาริก 10%

2. สารละลายเปปโตน 0.1% (0.1% peptone solution)

วิธีการ

1. เปิดฝาขวดของซอสกระเจี๊ยบแดง หรือใช้กรรไกรตัดปากถุงซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงทนความร้อนสูง ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

2. ทำการเจือจางตัวอย่างให้เป็น 1: 10, 1:100 และ 1:1000 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายเปปโตน 0.1%

3. ดูดตัวอย่างจากข้อ 2. อย่างละ 0.1 มล. (ทำ 2 ซ้ำ) ลงบนจานอาหารที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งแข็งตัวแล้ว ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร

4. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในลักษณะจานคว่ำเป็นเวลา 3-5 วัน

5. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อมล.ตัวอย่าง (CFU/มล.)

3. การวิเคราะห์ coliform bacteria

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Brillient-green lactose bile broth (BGLB)

2. Lauryl sulphate tryptose broth (LST) 2X และ 1X

3. EC broth

4. Eosin methylene blue agar (EMB)

5. Nutrient agar (NA)

วิธีการ

การตรวจนับจำนวนขั้นแรก (Presumptive test)

1. เขย่าตัวอย่างอาหารให้เข้ากัน ดูดตัวอย่างใส่หลอดอาหาร LST (2X) หลอดละ 10 มล. จำนวน 5 หลอด ส่วนหลอดอาหาร LST (1X) ดูดตัวอย่างหลอดละ 1 มล. จำนวน 5 หลอด และ 0.1 มล. จำนวน 5 หลอด

2. บ่มหลอดอาหารทั้งหมดที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส 24 และ 48 ชม.

3. สังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซในหลอดอาหารแต่ละหลอดหลังจากบ่มเชื้อไว้ 24 ชม. หากหลอดใดไม่เกิดก๊าซให้บ่มเชื้อต่ออีก 24 ชม. ตรวจผลเช่นเดียวกัน

4. บันทึกจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซในแต่ละหลอด นำไปเปิดตาราง MPN รายงานผลเป็น MPN ของแบคทีเรียโคลิฟอร์มขั้นแรก/มล.

การตรวจนับจำนวนขั้นยืนยัน (Confirm test)

1. ถ่ายเชื้อจากหลอดที่เกิดก๊าซในขั้นแรกแต่ละหลอดลงในอาหารเหลว BGLB หลอดต่อหลอด

2. บ่มหลอดอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชม.

3. บันทึกผลหลอดที่เกิดก๊าซ นำไปเปิดตาราง MPN รายงานผลเป็น MPN ของแบคทีเรียขั้นยืนยัน/มล.

การตรวจนับจำนวนขั้นสมบูรณ์ (Complete test)

1. นำหลอดที่เกิดก๊าซในขั้นที่สองมาเขย่าเบา ๆ ใช้ลูปที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ถ่ายเชื้อจากหลอดดังกล่าวไปลากแนวบนอาหารแข็ง EMB ในลักษณะโคโลนีเดี่ยวหลังจากบ่มเชื้อ

2. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 24 ชม. ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์ม โดยโคโลนีมีสีแดงเข้ม หรือม่วงเข้ม

3. ถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะดังกล่าว ลงในอาหารเหลว BGLB หรือ LST และบนอาหาร NA

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 24 ชม. ดูการเกิดก๊าซในอาหารเหลว ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นให้นำเชื้อจากอาหาร NA ไปย้อมสีแกรม ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าติดสีแกรมลบ รูปร่างท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ แสดงว่าเป็นโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

4. การวิเคราะห์ *Stapphylococcus aureus*

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Peptone Water
2. Trypticase Soy Broth (TSB)
3. Baird Parker Agar (BPA)
4. Mannitol Salt Agar Egg Yolk (MSAEY)
5. Nutrient Broth (NB)

วิธีการ

การตรวจนับจำนวนขั้นแรก (Presumptive test)

1. ชั่งตัวอย่างซอส 1 ก. เติม Peptone Water 9 มล. ตัวอย่างนี้ถูกเจือจางได้เป็น 10^{-1} เท่า

2. เจือจางตัวอย่างในข้อ 1. ให้มีระดับการเจือจางเท่ากับ 10^{-2} และ 10^{-3} ด้วย Peptone Water

3. ดูดตัวอย่างที่ระดับ 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} ปริมาตร 1 มล.เติมลงใน Trypticase Soy Broth ทำ 3 หลอดในแต่ละระดับการเจือจาง

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 48 ชม. นับจำนวนหลอดที่มีเชื้อเจริญ โดยสังเกตจากหลอดที่มีความขุ่น บันทึกผลเพื่อเปิดตาราง MPN

การตรวจนับจำนวนขั้นสมบูรณ์ (Complete test)

1. ใช้ลูปที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เขี่ยเชื้อจากหลอดที่ขุ่นนำไปลากแนวบนอาหารแข็ง Baird Parker agar และ Mannitol Salt Agar Egg Yolk

2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชม. สังเกตลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหาร Baird Parker agar จะมีลักษณะโคโลนีเรียบ นูน สีดำ และที่ขอบโคโลนีใส (clear zone) สำหรับโคโลนีที่เจริญบนอาหาร Mannitol Salt Agar Egg Yolk จะมีลักษณะโคโลนีเรียบ นูน สีเหลืองทอง และที่ขอบโคโลนีใส

3. ใช้ลูปที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เขี่ยเชื้อที่คาดว่าเป็น *S. aureus* ลงในอาหาร Nutrient Broth และบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชม.

4. ดูดเชื้อจากข้อ 3. ใส่หลอดทดสอบ ปริมาตร 0.5 มล. เติม rabbit plasma 1 มล. เขย่าให้ตัวอย่างผสมกัน บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 6 ชม. หลอดที่มีการแข็งตัวของ plasma เกิดขึ้น แสดงว่ามีการเจริญของเชื้อ *S. aureus*

5. การวิเคราะห์ *Salmonella*

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Nutrient Broth (NB)
2. Selenite Cysteine Broth (SCB)
3. Xylose Lysine Decarboxylase (XLD) Agar
4. Salmonella Shigella (SS) Agar

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างซอส 10 ก. เติม Nutrient Broth 50 มล. ตัวอย่างนี้ถูกเจือจางได้เป็น 10^{-1} เท่า บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 24 ชม.
2. ดูดอาหารจากข้อ 1. มา 10 มล. เติมใน Selenite Cysteine Broth ปริมาตร 100 มล. บ่มไว้ที่ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชม.
3. ใช้ลูปที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เขี่ยเชื้อจากข้อ 2. แล้วลากแนวบนอาหารแข็ง Xylose Lysine Decarboxylase Agar และ Salmonella Shigella (SS) Agar
4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชม. ในลักษณะจานคว่ำ สังเกตลักษณะโคโลนีของ *Salmonella* ที่เจริญบนอาหาร Xylose Lysine Decarboxylase Agar จะมีลักษณะโคโลนีสีชมพู กลางโคโลนีมีสีดำ และลักษณะโคโลนีของ *Salmonella* ที่เจริญบนอาหาร Salmonella Shigella Agar จะมีลักษณะโคโลนีสีชมพู

6. การวิเคราะห์ flat sour bacteria สำหรับอาหารที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า 4.6

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Acid broth
2. Malt extract broth
3. Nutrient agar
4. Potato dextrose agar ที่ผ่านการปรับพีเอช (3.5) ด้วยกรดทาร์ทาริก 10%

วิธีการ

1. ใส่ตัวอย่างอาหารลงในอาหารเหลว Acid broth จำนวน 4 หลอด และ Malt extract broth 2 หลอด ใช้ตัวอย่างอาหาร 2 มล./หลอด
2. บ่มอาหารเลี้ยงเชื้อตามตารางที่ ก6-1
3. ถ้ามีแบคทีเรียพวก flat sour อาหารเลี้ยงเชื้อจะขุ่น

4. ตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ loop จุ่มตัวอย่างอาหารมาเกลี่ยบนสไลด์ รอให้แห้งแล้วตรึงเซลล์ ทำการย้อมแกรม ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ บันทึกลักษณะรูปร่างและการติดสีของจุลินทรีย์

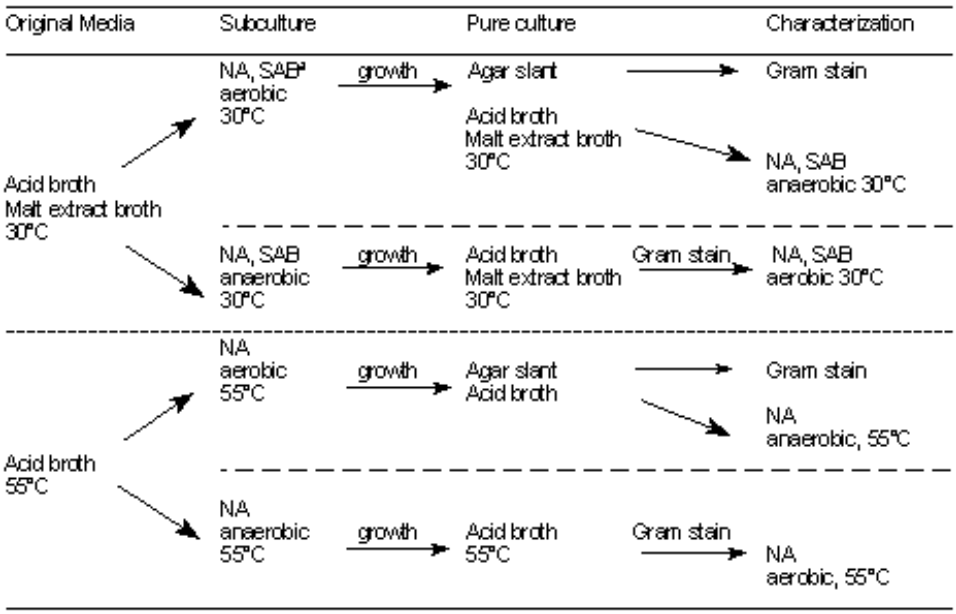
ตารางภาคผนวกที่ ก6-1 การบ่มเชื้อเมื่อใช้ Acid broth และ Malt extract broth สำหรับอาหารประเภทกรด (พีเอช 4.6)

Incubation of acid broth and malt extract broth used for acid food (pH 4.6)

Medium	No. of tubes	Temperature (°C)	Time of incubation (hr.)
Acid broth	2	55	48
Acid broth	2	30	96
Malt extract broth	2	30	96

ตารางภาคผนวกที่ ก6-2 แผนผังการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์สำหรับอาหารประเภทกรด (พีเอช 4.6)

Pure culture scheme for acid foods (pH 4.6)



ภาคผนวก ข การศึกษาหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุขวดแก้งฝาเกลียวล็อค และซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงทนความร้อนสูง

ตารางภาคผนวกที่ ข-1 การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อคพาสเจอร์ไรส์[1]

เวลา (นาทีที่)	อุณหภูมิภายในซอสบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อค (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)
	probe 1*	probe 2	probe 3	probe 4	probe 5	probe 6	
0	23.6	24.3	26.3	26.5	24.9	24.7	27.5
1	23.7	24.4	26.3	26.4	24.9	24.7	30.0
2	23.7	24.5	26.3	26.4	25.0	24.9	43.2
3	23.9	24.5	26.4	26.4	25.1	25.4	53.4
4	24.5	24.8	26.7	26.7	25.6	26.3	66.0
5	25.4	25.5	27.7	27.3	26.5	27.8	77.7
6	27.2	26.8	29.3	28.5	28.1	29.9	85.5
7	29.8	28.7	32.8	30.5	30.4	32.7	92.4
8	33.0	31.5	35.1	33.1	33.3	36.2	97.9
9	36.9	35.1	39.1	36.4	36.8	40.1	100.2
10	41.1	39.6	43.6	40.4	40.9	44.4	101.3
11	45.3	44.5	48.4	44.6	45.1	48.9	101.4
12	49.9	49.7	53.0	48.9	49.6	53.5	101.5
13	54.3	54.4	57.6	53.3	53.9	57.9	101.8
14	58.6	58.8	61.9	57.5	58.1	62.0	101.6
15	62.1	62.9	65.8	61.5	62.0	65.9	101.4
16	65.5	66.6	69.4	65.1	65.6	69.4	101.3
17	68.8	70.0	72.7	68.5	68.9	72.5	101.3
18	71.9	73.1	75.6	71.5	72.0	75.3	101.4
19	74.6	75.8	78.3	74.2	74.7	77.8	101.3
20	77.2	79.2	80.7	76.6	77.2	80.2	101.7
21	79.5	80.5	82.8	79.1	79.4	82.2	101.2
22	81.4	82.5	84.8	81.2	81.5	84.1	101.3

ตารางภาคผนวกที่ ข-1 (ต่อ)

เวลา (นาทีที่)	อุณหภูมิภายในซอสบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อค (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)
	probe 1*	probe 2	probe 3	probe 4	probe 5	probe 6	
23	83.3	84.2	86.5	83.0	83.3	85.8	101.3
24	85.0	85.9	88.0	84.8	85.0	87.3	101.3
25	86.5	87.4	89.4	86.3	86.5	88.7	101.4
26	87.9	88.7	90.6	87.7	88.0	89.9	101.3
27	89.2	89.9	91.7	89.0	89.2	91.0	101.3
28	90.4	91.0	92.7	90.2	90.4	92.0	101.4
29	91.4	92.0	93.6	91.2	91.4	93.0	101.3
30	92.3	92.9	94.4	92.1	92.3	93.7	101.3
31	93.2	93.7	95.1	93.0	93.1	94.5	101.3
32	94.0	94.4	95.7	93.7	93.9	95.1	101.3
33	94.6	95.1	96.3	94.5	94.6	95.7	101.3
34	95.2	95.6	96.8	95.1	95.2	96.3	101.3
35	95.8	96.2	97.3	95.7	95.8	96.8	101.3
36	96.3	96.7	97.7	96.2	96.3	97.2	95.6
37	96.8	97.0	98.0	96.6	96.8	97.6	87.5
38	97.1	97.2	98.2	97.0	97.2	97.8	81.3
39	97.2	97.2	98.1	97.2	97.3	97.8	76.4
40	91.7	96.8	97.5	96.9	97.0	97.5	69.9
41	89.5	96.1	96.5	96.2	96.4	93.8	60.7
42	85.9	94.9	95.2	95.1	95.3	90.4	54.2
43	74.3	93.4	93.4	93.7	93.8	86.9	50.6
44	66.5	91.5	91.7	91.7	91.1	82.7	49.8
45	57.5	89.9	87.7	87.5	86.4	78.1	48.2
46	52.8	82.4	83.2	81.6	81.9	72.4	47.6
47	51.7	77.3	77.8	73.4	75.6	67.5	45.4
48	50.2	71.1	68.5	65.3	68.7	61.7	44.3

ตารางภาคผนวกที่ ข-1 (ต่อ)

เวลา (นาทีที่)	อุณหภูมิภายในซอสบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อค (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)
	probe 1*	probe 2	probe 3	probe 4	probe 5	probe 6	
49	49.3	62.3	59.8	59.3	62.1	58.4	43.2
50	48.5	54.5	56.5	57.2	57.3	52.9	42.8
51	47.7	53.7	53.1	54.4	52.1	50.4	41.5
52	46.4	50.4	52.4	53.4	51.2	49.1	40.4
53	45.3	48.3	51.7	52.2	50.3	47.7	40.4
54	45.1	47.1	48.4	49.6	48.1	46.2	40.3

หมายเหตุ [1] แสดงผลการบันทึกเวลาและอุณหภูมิของการทดลองซ้ำที่1 จากการทดลอง 2 ซ้ำ การทดลอง

* คืออุณหภูมิของ probe ที่นำมาใช้เขียนกราฟแสดงการส่งผ่านความร้อน

ตารางภาคผนวกที่ ข-2 การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงความร้อนสูงพาสเจอร์ไรส์ [1]

เวลา (นาทีที่)	อุณหภูมิภายในซอสบรรจุถุงทนความร้อนสูง (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)
	probe 1	probe 2	probe 3	probe 4*	probe 5	probe 6	
0	36.6	37.4	36.4	37.1	36.6	36.7	37.7
1	36.2	37.3	36.5	37.2	36.6	36.5	32.5
2	35.7	37.0	36.3	37.0	36.4	36.1	34.7
3	36.1	37.2	36.2	36.8	36.4	36.3	39.6
4	41.1	39.5	37.7	37.3	37.2	39.8	52.8
5	43.6	43.9	41.9	38.7	39.3	44.0	65.3
6	57.1	52.1	48.7	41.7	43.7	52.4	77.2
7	66.4	62.0	56.0	46.4	50.9	62.5	86.9
8	74.5	71.7	64.5	52.3	60.0	71.3	92.4
9	81.6	80.5	73.4	58.9	69.7	79.8	98.3
10	87.9	88.7	84.9	66.7	79.3	87.4	102.3

ตารางภาคผนวกที่ ข-2 (ต่อ)

เวลา (นาทีที่)	อุณหภูมิภายในซอสบรรจุถุงทนความร้อนสูง (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)
	probe 1*	probe 2	probe 3	probe 4*	probe 5	probe 6	
11	91.3	91.9	88.0	74.7	87.0	93.6	101.1
12	96.2	94.4	92.6	80.5	91.5	95.5	102.0
13	96.1	95.8	94.2	85.5	94.1	97.3	101.5
14	97.4	97.1	96.7	89.0	95.9	98.5	101.6
15	98.4	97.8	97.9	91.7	97.2	99.4	101.6
16	99.1	98.3	98.7	93.7	97.9	99.8	101.5
17	99.6	98.6	99.4	95.3	98.5	100.1	101.5
18	100.0	98.9	99.7	96.6	99.0	100.4	101.4
19	100.2	99.1	100.0	97.6	99.3	100.5	101.5
20	100.4	99.2	100.2	98.3	99.5	100.6	101.5
21	100.6	99.3	100.4	98.9	99.7	100.7	101.5
22	100.7	99.4	100.4	99.4	99.8	100.8	101.5
23	100.8	99.5	100.5	99.7	100.0	100.8	101.5
24	101.5	101.5	100.3	100.6	100.1	100.3	101.4
25	100.1	101.5	100.1	100.6	100.1	100.4	94.6
26	98.2	100.9	99.3	99.9	97.9	100.9	91.5
27	96.1	97.4	91.0	96.7	96.4	99.7	85.2
28	94.2	88.9	87.6	92.1	91.7	96.4	80.3
29	91.5	86.2	81.7	89.7	86.5	92.2	76.8
30	88.6	82.1	76.5	81.4	82.4	88.7	71.5
31	85.7	77.5	70.7	76.5	76.7	84.1	63.7
32	81.7	73.1	64.8	72.4	71.3	80.8	58.1
33	76.4	67.7	61.1	68.3	66.6	72.3	52.4
34	72.8	60.0	57.3	62.7	60.9	68.5	45.7
35	66.4	55.5	54.2	57.1	57.3	61.1	44.6
36	59.9	51.4	52.6	53.2	53.4	57.7	43.2

ตารางภาคผนวกที่ ข-2 (ต่อ)

เวลา (นาทีที่)	อุณหภูมิภายในซอสบรรจุถุงทนความร้อนสูง (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)
	probe 1	probe 2	probe 3	probe 4*	probe 5	probe 6	
37	54.3	46.1	50.1	51.5	50.0	53.4	42.0
38	50.5	44.4	48.7	48.4	48.2	50.1	41.7
39	46.2	43.2	46.3	46.8	46.5	48.4	40.3
40	42.7	42.8	44.7	44.7	44.3	46.2	39.9

หมายเหตุ [1] แสดงผลการบันทึกเวลาและอุณหภูมิของการทดลองซ้ำที่1 จากการทดลอง 2 ซ้ำ การทดลอง

* คืออุณหภูมิของ probe ที่นำมาใช้เขียนกราฟแสดงการส่งผ่านความร้อน

การทดสอบ Sterility test (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2523)

วิธีวิเคราะห์อาหารกระป๋องทางจุลชีววิทยา

1. ตรวจสอบความผิดปกติภายนอกของกระป๋องเช่น บวม ยุบ เป็นสนิม เป็นต้น (ถ้ากระป๋องบวมไม่ต้องบ่มและไม่ต้องวิเคราะห์ ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้)

2. เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 กระป๋อง

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เหลือ ซึ่งผ่านการตรวจข้อ 1. เข้าบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

หมายเหตุ ตัวอย่างที่บ่มแต่ละอุณหภูมิต้องไม่น้อยกว่า 3 กระป๋อง

3. ในกรณีที่กระป๋องบวมหรือมีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นระหว่างการบ่มเชื้อ ไม่ต้องวิเคราะห์ ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

4. หลังจากบ่มครบตามกำหนดแล้ว ให้ตรวจสอบดังนี้

4.1 ล้างตัวอย่างกระป๋องให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด เช็ดฝากระป๋องด้านที่ไม่มีรหัสให้ทั่วด้วยเอทานอล แล้วลนด้วยเปลวไฟจากตะเกียง ใช้เครื่องเปิดกระป๋องที่ลนไฟร้อนจัดเพื่อฆ่าเชื้อ เปิดกระป๋องออกให้กว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้ ถ้าเป็นของเหลว ให้เจาะรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ถึง 2 ซม.

4.2 ดูลักษณะอาหารทั่วไปภายหลังการบ่ม คือ สี กลิ่น ลักษณะอาหาร ความเป็นกรดด่าง ถ้าอาหารมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นเปลี่ยนไปจากเดิมจนผิดปกติอย่างเห็นได้ชัด ให้ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

5. ถ้าอาหารผ่านการตรวจสอบตามข้อ 4. แล้ว ไม่ผิดปกติ ให้นำไปวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ต่อไป วิธีวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดให้วิเคราะห์ดังนี้

1. Flat sour spoilage bacteria ทั้ง mesophiles และ thermophiles
2. Coliform bacteria
3. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)
4. ปริมาณยีสต์และรา
5. ปริมาณ *S. aureus* (ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอส)
6. ปริมาณ *Salmonella* (ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอส)

ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรสผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดง

ชื่อ-สกุล ผู้ทดสอบ .....**วันที่** .....**เวลา**.....

<u>คำอธิบาย</u> กรุณาตรวจพินิจและชิมตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนในแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ต้องปรับปรุง

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	รหัสตัวอย่าง	.....	.....
ลักษณะทั่วไป	ต้องละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ข้นหรือเหลวเกินไป	.....	.....	.....
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ	.....	.....	.....
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ ……

.....

ขอบคุณค่ะ

แบบทดสอบชิมทางประสาทสัมผัสแบบ 9 - point hedonic scale

ผลิตภัณฑ์ ซอสกระเจี๊ยบแดง

ชื่อ-สกุล ผู้ทดสอบ .....**วันที่** .....**เวลา**.....

<u>คำอธิบาย</u> กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
8 = ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
7 = ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก
6 = ชอบน้อยที่สุด	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
5 = เฉย ๆ	

คะแนนความชอบรวมของตัวอย่าง

คุณลักษณะ/รหัสตัวอย่าง	……	……	……	……
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	.....	.....	……	……
ความข้นหนืด	.....	.....	……	……
สี	……...	……	……	……
กลิ่นรส	……...	……	……	……
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
คุณลักษณะโดยรวม	.....	.....	.....	……

ข้อเสนอแนะ …….....

.....

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ ง-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณสมบัติทางกายภาพของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงผง

Analysis of variance in physical properties of powdered roselle extracts.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Total soluble solid					
Between groups	.000	3	.000	.000	1.000
Within groups	.000	20	.000		
Total	.000	23			
*L**					
Between groups	.972	3	.324	.896	.460
Within groups	7.229	20	.361		
Total	8.200	23			
*a**					
Between groups	22.062	3	7.354	58833.156	.000
Within groups	.002	20	.000		
Total	22.065	23			
*b**					
Between groups	2.084	3	.695	10043.273	.000
Within groups	.001	20	.000		
Total	2.085	23			
Solubility					
Between groups	.605	3	.202	142.515	.000
Within groups	.028	20	.001		
Total	.635	23			

ตารางภาคผนวกที่ ง-1 (ต่อ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Bulk density					
Between groups	1.738	3	.579	9030.541	.000
Within groups	.001	20	.000		
Total	1.740	23			

ตารางภาคผนวกที่ ง-2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณสมบัติทางเคมีและการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงผง

Analysis of variance in chemical and antioxidant properties of powdered roselle extracts.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH					
Between groups	.057	3	.019	271.111	.000
Within groups	.001	20	.000		
Total	.058	23			
Moisture content					
Between groups	129.848	3	43.283	252.423	.000
Within groups	3.429	20	.171		
Total	133.277	23			
Total acidity					
Between groups	.125	3	.042	3.783	.027
Within groups	.277	20	.049		
Total	.355	23			
Total anthocyanin					
Between groups	6792.853	3	2264.284	7872.896	.067
Within groups	5.752	20	.288		
Total	6798.605	23			

ตารางภาคผนวกที่ ง-2 (ต่อ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Total phenolic					
Between groups	328.429	3	109.476	166.559	.000
Within groups	13.146	20	.657		
Total	341.575	23			
EC_{50}					
Between groups	242.159	3	80.720	40.639	.000
Within groups	39.325	20	1.986		
Total	281.885	23			

ตารางภาคผนวกที่ ง-3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงผงที่เก็บรักษา 9 เดือน

Analysis of variance in antioxidant properties of powdered roselle extracts keep for 9 months.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Total phenolic					
Between groups	15.625	3	5.208	21.488	.000
Within groups	4.848	20	.242		
Total	20.472	23			
EC_{50}					
Between groups	3.437	3	1.146	.371	.775
Within groups	61.794	20	3.090		
Total	65.231	23			

ตารางภาคผนวกที่ ง-4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณภาพของเพียวเร่กระเจี๊ยบที่อัตราส่วนของกากกระเจี๊ยบต่อน้ำและระยะเวลาในการ autoclaved ที่แตกต่างกัน

Analysis of variance in quality of roselle puree at various ratios of the residue to water and autoclaved time.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Consistency						
	Between groups	231.353	5	77.118	601.471	.000
	Within groups	2.564	30	.128		
	Total	233.917	35			
*L**						
	Between groups	4.080	5	.816	27.454	.000
	Within groups	.892	30	.030		
	Total	4.971	35			
*a**						
	Between groups	5.049	5	1.010	15.539	.000
	Within groups	1.949	30	.065		
	Total	6.998	35			
*b**						
	Between groups	12.166	5	2.433	27.165	.000
	Within groups	2.678	30	.090		
	Total	14.854	35			

ตารางภาคผนวกที่ ง-5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณภาพของเพียวเร่กระเจี๊ยบที่ใช้ชนิดและความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวที่แตกต่างกัน

Analysis of variance in quality of roselle puree using stabilizer with different types and concentrations.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Consistency						
	Between groups	94.633	5	18.927	37.850	.000
	Within groups	15.001	30	.500		
	Total	109.634	35			
*L**						
	Between groups	72.499	5	18.927	37.848	.000
	Within groups	11.493	30	.500		
	Total	83.993	35			
*a**						
	Between groups	72.903	5	14.500	22.356	.000
	Within groups	19.566	30	.383		
	Total	92.469	35			
*b**						
	Between groups	248.280	5	49.656	49.913	.000
	Within groups	29.845	30	.995		
	Total	278.126	35			

ตารางภาคผนวกที่ ง-6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านสีของซอสกระเจี๊ยบ

Analysis of variance in color attribute of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.600[a]	10	.460	.505	.849
Intercept	231.200	1	231.200	253.756	.000
Treatment	1.800	1	1.800	1.976	.193
Replication	2.800	9	.311	.341	.937
Error	8.200	9	.911		
Total	244.000	20			
Corrected Total	12.800	19			

a. R Squared = .359 (Adjusted R Squared = .352)

ตารางภาคผนวกที่ ง-7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของซอสกระเจี๊ยบ

Analysis of variance in odor attribute of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15.000[a]	10	1.500	4.821	.013
Intercept	168.200	1	168.200	540.643	.000
Treatment	7.200	1	7.200	23.143	.001
Replication	7.800	9	.867	2.786	.071
Error	2.800	9	.311		
Total	186.000	20			
Corrected Total	17.800	19			

a. R Squared = .843 (Adjusted R Squared = .668)

ตารางภาคผนวกที่ ง-8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏของซอสกระเจี๊ยบ

Analysis of variance inappearance attribute of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18.000[a]	10	1.800	5.063	.011
Intercept	156.800	1	156.800	441.000	.000
Treatment	9.800	1	9.800	27.563	.001
Replication	8.200	9	.911	2.563	.089
Error	3.200	9	.356		
Total	178.000	20			
Corrected Total	21.200	19			

a. R Squared = .849 (Adjusted R Squared = .681)

ตารางภาคผนวกที่ ง-9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale คุณลักษณะด้านความเป็นเนื้อเดียวกันของซอสกระเจี๊ยบ

Analysis of variance in smoothness attribute with 9-point hedonic scale of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	246.187[a]	33	7.460	7.692	.000
Intercept	7547.307	1	7547.307	7781.651	.000
Treatment	2.693	4	.673	.694	.597
Replication	243.493	29	8.396	8.657	.000
Error	112.507	116	.970		
Total	7906.000	150			
Corrected Total	358.693	149			

a. R Squared = .686 (Adjusted R Squared = .597)

ตารางภาคผนวกที่ ง-10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale คุณลักษณะด้านความหนืดของซอสกระเจี๊ยบ
Analysis of variance in consistency attribute with 9-point hedonic scale of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	211.220[a]	33	6.401	5.941	.000
Intercept	7196.807	1	7196.807	6680.062	.000
Treatment	3.027	4	.757	.702	.592
Replication	208.193	29	7.179	6.664	.000
Error	124.973	116	1.077		
Total	7533.000	150			
Corrected Total	336.193	149			

a. R Squared = .628 (Adjusted R Squared = .523)

ตารางภาคผนวกที่ ง-11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale คุณลักษณะด้านสีของซอสกระเจี๊ยบ
Analysis of variance color attribute with 9-point hedonic scale of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	118.280[a]	33	3.584	4.921	.000
Intercept	9157.227	1	9157.227	12571.859	.000
Treatment	3.907	4	.977	1.341	.259
Replication	114.373	29	3.944	5.415	.000
Error	84.493	116	.728		
Total	9360.000	150			
Corrected Total	202.773	149			

a. R Squared = .583 (Adjusted R Squared = .465)

ตารางภาคผนวกที่ ง-12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale คุณลักษณะด้านกลิ่นรสของซอสกระเจี๊ยบ
Analysis of variance in odor attribute with 9-point hedonic scale of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	238.680[a]	33	7.233	6.675	.000
Intercept	6507.627	1	6507.627	6005.766	.000
Treatment	.307	4	7.667E-02	.071	.991
Replication	238.373	29	8.220	7.586	.000
Error	125.693	116	1.084		
Total	6872.000	150			
Corrected Total	364.373	149			

a. R Squared = .655 (Adjusted R Squared = .557)

ตารางภาคผนวกที่ ง-13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale คุณลักษณะด้านรสชาติของซอสกระเจี๊ยบ
Analysis of variance in flavour attribute with 9-point hedonic scale of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	218.813[a]	33	6.631	3.392	.000
Intercept	6560.427	1	6560.427	3356.013	.000
Treatment	4.440	4	1.110	.568	.686
Replication	214.373	29	7.392	3.782	.000
Error	226.760	116	1.955		
Total	7006.000	150			
Corrected Total	445.573	149			

a. R Squared = .491 (Adjusted R Squared = .346)

ตารางภาคผนวกที่ ง-14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale คุณลักษณะโดยรวมของซอสกระเจี๊ยบ
Analysis of variance in overall attribute with 9-point hedonic scale of roselle sauces.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	168.987[a]	33	5.121	3.692	.000
Intercept	7294.107	1	7294.107	5258.430	.000
Treatment	3.893	4	.973	.702	.592
Replication	165.093	29	5.693	4.104	.000
Error	160.907	116	1.387		
Total	7627.000	150			
Corrected Total	329.893	149			

a. R Squared = .512 (Adjusted R Squared = .373)

ภาคผนวก จ การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อค และผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงทนความร้อนสูง (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก และคณะ, 2541)

รายการต้นทุนในการผลิต

ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อค และผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงทนความร้อนสูง ประกอบด้วยวัตถุดิบ ค่าแรง และค่าใช้จ่ายโรงงาน (โสหุ้ยการผลิต)

1. วัตถุดิบ ได้แก่ ราคา (บาท)
   - กระเทียม ราคา กก.ละ 35
   - พริกชี้ฟ้า ราคา กก.ละ 50
   - น้ำตาลทราย ราคา กก.ละ 15
   - เกลือ ราคา กก.ละ 10
   - น้ำส้มสายชู 750 มล. ราคา ขวดละ 20
   - แซนแทนกัม ราคา กก. ละ 1,080
   - น้ำดื่ม ราคา ลิตรละ 5
   - ภาชนะบรรจุ ขวดแก้วพร้อมฝาเกลียวล็อค ความจุ 200 มล.(รวมค่าขนส่ง) ราคาขวดละ 2.50**
   - ภาชนะบรรจุ ถุงทนความร้อนสูง ความจุ 85 ก. (รวมค่าขนส่ง) ราคาใบละ 4 **
2. ค่าแรง ได้แก่
   - ค่าแรงขั้นต่ำ ชั่วโมงละ 18 บาท (กรมแรงงาน จังหวัดสงขลา, 2549)
3. ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องมือต่างๆ ได้แก่
   - ค่าเครื่องคอลลอยด์มิลล์
   - เครื่องฆ่าเชื้อแบบ steam water spray automated batch

หมายเหตุ : ** หมายถึงราคาที่นำไปใช้คำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงในตารางภาคผนวกที่ จ-2

การคำนวณรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการผลิตซอสกระเจี๊ยบแดง

1. ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบในการแปรรูปซอสกระเจี๊ยบแดง

1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อคขนาดบรรจุ 200 กรัม ประกอบด้วย

	บาท/ขวด
- กระเทียม 6.00 ก. ราคากก.ละ 35 บาท เป็น	0.21
- พริกชี้ฟ้า 6.00 ก. ราคากก.ละ 50 บาท เป็น	0.30
- น้ำตาลทราย 29.92 ก. ราคากก.ละ 15 บาท เป็น	0.45
- เกลือ 2.86 ก. ราคากก.ละ 10 บาท เป็น	0.03
- น้ำส้มสายชู 8.20 ก. ราคาก. ละ 0.03 บาท เป็น	0.25
- แซนแทนกัม 0.44 ก.ราคากก.ละ 35 บาท เป็น	0.48
- น้ำ 122.5 มล. ราคา ล. ละ 5 บาท เป็น	0.61
รวม	**2.33** **

1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงทนความร้อนสูงขนาดบรรจุ 85 กรัม ประกอบด้วย

	บาท/ถุง
- กระเทียม 2.55 ก. ราคากก.ละ 35 บาท เป็น	0.09
- พริกชี้ฟ้า 2.55 ก. ราคากก.ละ 50 บาท เป็น	0.13
- น้ำตาลทราย 12.72 ก. ราคากก.ละ 15 บาท เป็น	0.19
- เกลือ 1.22 ก. ราคากก.ละ 10 บาท เป็น	0.01
- น้ำส้มสายชู 3.49 ก. ราคาก. ละ 0.03 บาท เป็น	0.22
- แซนแทนกัม 0.19 ก. ราคากก. ละ 1080 บาท เป็น	0.02
- น้ำ 52.07 มล. ราคา ล. ละ 5 บาท เป็น	0.28
รวม	**0.94** **

หมายเหตุ : ** หมายถึงราคาที่นำไปใช้คำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงในตารางภาคผนวกที่ จ-2

2. ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องคอลลอยด์มิลล์

2.1 ค่าราคาเครื่องคอลลอยด์มิลล์ 260,000 บาท

ใช้งานได้ 5 ปี (60 เดือน) ใน 1 เดือน คิดการทำงาน 24 วัน (1 สัปดาห์ทำงาน 6 วัน) วันละ 8 ชม. แสดงว่า 5 ปี ทำงาน 24 วัน x 8 ชม. x 60 เดือน = 11,520 ชม.

2.2 ค่าเสื่อมราคาของเครื่องคอลลอยด์มิลล์

= ต้นทุนเครื่องคอลลอยด์มิลล์ / ชม.การทำงานในระยะ 5 ปี

= 260,000 บาท/11,520 ชม.

= 22.56 บาท/ชม.

2.3 ค่าบำรุงรักษาเครื่องคอลลอยมิลล์ (คิดจาก15%ของเครื่องคอลลอยด์มิลล์)

= [(15xต้นทุนเครื่องคอลลอยมิลล์)/100] / จำนวนชั่วโมงทำงาน 60 เดือน

= [(15 x 260,000 บาท) / 100] / 11,520 ชม.

ค่าบำรุงรักษาเครื่องคอลลอยด์มิลล์ เท่ากับ 3.39 บาท/ชม.

2.4 รวมค่าเสื่อมราคาและค่าบำรุงรักษาเครื่องคอลลอยด์มิลล์

= 22.56 บาท/ชม.+3.39 บาท/ชม. = 25.95 บาท/ชม.

2.5 ค่าไฟฟ้าสำหรับกิจการขนาดเล็ก (การไฟฟ้านครหลวง) แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์ มีอัตราดังนี้

หน่วยที่ 1 – 150	หน่วยละ	1.8047	บาท
หน่วยที่ 151 – 400	หน่วยละ	2.7781	บาท
ตั้งแต่ 400 หน่วยขึ้นไป	หน่วยละ	2.9780	บาท

กำลังไฟฟ้าของเครื่องคอลลอยด์มิลล์เท่ากับ 5.5 กิโลวัตต์/ชม.

ค่าไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้า x ค่าพลังงานไฟฟ้า

= 5.5 กิโลวัตต์/ชม. x 1.8047 บาท

= 9.93 บาท/ชม.

2.6 ค่าแรงดำเนินการจำนวน 1 ชั่วโมง 18 บาท

2.7 ค่าดำเนินการทั้งหมด

= ค่าแรงดำเนินการ+ ค่าไฟฟ้า+ ค่ารักษา

= 18บาท/ชม. + 9.92บาท/ชม. + 25.98บาท/ชม.

= 53.90 บาท/ชม.

ใน 1 ครั้งการผลิตใช้เครื่องคอลลอยด์มิลล์ เป็นเวลา 10 นาที คิดเป็น 8.98 บาท/ครั้ง

ใน 1 ครั้งการผลิตสามารถผลิตเพียวเร่กระเจี๊ยบแดงได้ 5600 กรัม

ซอสกระเจี๊ยบแดง 1 ขวดใช้เพียวเร่ 147 กรัม ดังนั้น ใน 1 ครั้งการผลิตจึงผลิตซอสได้ 38 ขวด

รวมค่าใช้จ่ายเครื่องคอลลอยด์มิลล์ 0.24 บาท/ขวด**

ซอสกระเจี๊ยบแดง 1 ถุงใช้เพียวเร่ 52.06 กรัม ดังนั้น ใน 1 ครั้งการผลิตจึงผลิตซอสได้ 107 ถุง

รวมค่าใช้จ่ายเครื่องคอลลอยด์มิลล์ 0.08 บาท/ถุง**

หมายเหตุ : ** หมายถึงราคาที่นำไปใช้คำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงใน ตารางภาคผนวกที่ จ-2

3. เครื่องฆ่าเชื้อแบบ steam water spray automated batch

3.1 ค่าราคาเครื่อง retort (อายุการใช้งาน 20 ปี) 3,000,000 บาท

*** ในการคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงจะวางแผนกำลังการผลิต/ปี โดยทำการเดินเครื่อง retort 4 ครั้ง/วัน และกำลังการผลิต 6 วัน/สัปดาห์ จึงมีกำลังการผลิตเป็น 1,152 ครั้ง/ปี

หมายเหตุ (1) ใน 1 ครั้งการทำงานของเครื่องฆ่าเชื่อ retort สามารถฆ่าเชื่อผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุขวดแก้วฝาเกลียวล็อคได้ 216 ขวด

(2) ใน 1 ครั้งการทำงานของเครื่องฆ่าเชื่อ retort สามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงบรรจุถุงทนความร้อนสูงได้ 208 ถุง

3.2 ค่าเสื่อมราคาคิดจาก มูลค่าสินทรัพย์ถาวร/จำนวนปีการใช้งาน โดยค่าเสื่อมราคาเครื่อง retort เท่ากับ 3,000,000 บาท/20 ปี หรือ 150,000 บาท/ปี ดังนั้นค่าเสื่อมราคาเครื่อง retort จึงเท่ากับ 150,000 บาท/1,152 ครั้ง เป็น 130.21 บาท/ครั้ง ***

3.3 ค่าบำรุงรักษาเครื่อง retort (คิดจาก 15% ของเครื่อง retort)

= [(15xต้นทุนเครื่อง retort)/100] / จำนวนชั่วโมงทำงานต่อครั้ง

= [(15 x 3,000,000บาท) / 100] / 1,152 ชม.

ค่าบำรุงรักษาเครื่อง retort เท่ากับ 390.63 บาท/ครั้ง

3.4 รวมค่าเสื่อมราคาและค่าบำรุงรักษาเครื่อง retort

= 130.21 บาท/ครั้ง + 390.63 บาท/ครั้ง

= 520.84 บาท/ครั้ง

3.5 ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่อง retort

3.5.1 กำลังไฟฟ้า มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) เครื่องกำเนิดไอน้ำ (boiler) ประกอบด้วย

- เครื่องปั๊มพ์น้ำ 2 เครื่องจะทำงานสลับกัน แต่ละเครื่องมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 2,200 วัตต์/ชม.

ดังนั้นเครื่องปั๊มน้ำ 1 เครื่องจะทำงาน 30 นาที จึงมีกำลังไฟฟ้าเป็น 1,100 วัตต์/30 นาที

- Burner มีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1,408 วัตต์/ชม. burner

เริ่มทำงานจนเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าเชื้อใช้เวลาทั้งหมด 2 ชม.

กำลังไฟฟ้า = 1,408 วัตต์ x 2 ชม.

= 2,816 วัตต์/ 2 ชม. หรือ 704 วัตต์/30 นาที

โดยต้องเปิดเครื่องกำเนิดไอน้ำให้ทำงานก่อนจะเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ 30 นาที และกระบวนการฆ่าเชื้อจนเสร็จสิ้นกระบวนการใช้เวลาทั้งหมดเท่ากับ 90 นาที

2) ตัวปั๊มน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ มีจำนวน 2 ตัวมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 286 และ 220 วัตต์ รวมเป็น 506 วัตต์/ชม.

ตัวปั๊มน้ำมีกำลังไฟฟ้ารวม = 506 วัตต์/2

= 253 วัตต์/30 นาที

3) เครื่องฆ่าเชื้อ มีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1,500 วัตต์/ชม.

ดังนั้นในกระบวนการฆ่าเชื้อเครื่องฆ่าเชื้อ (เวลา 90 นาที) จะมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1,500 วัตต์/2 = 750 วัตต์/30นาที กำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ จ-1

3.5.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า โดยคิดตามการใช้ไฟฟ้าในประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็กในอัตราปกติซึ่งมีแรงดัน 22-33 กิโลโวลท์ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2549) 2.46 บาท/หน่วย โดยที่ 1 ยูนิต หรือ 1 หน่วย = 1 กิโลวัตต์/ชม. (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2549)

3.5.3 กำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมด (4 ครั้งการผลิต/วัน)

= 20,450+16,842 = 37,292 วัตต์ หรือ 37.292 หน่วย (กิโลวัตต์/ชม.) /4 ครั้งการผลิต คิดเป็นค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 9.32 หน่วย/ครั้งการผลิต/วัน

โดยค่าพลังงานไฟฟ้า 1 หน่วย เท่ากับ 2.46 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเท่ากับ 9.32 หน่วย x 2.46 บาท/หน่วย

คิดเป็น 22.93 บาท/ครั้ง

ค่าใช้จ่ายในการเครื่องฆ่าเชื้อแบบ steam water spray automated batch คิดเป็น 1152.1 บาท/ครั้ง***

3.6 ค่าแรง

ใช้แรงงานจำนวน 3 คน ทำงานคนละ 2 ชม./ครั้ง ดังนั้นเวลาการทำงานทั้งหมด 3 คน x 2 ชม.=6 ชม. ๆ ละ 18 บาท เป็น 108 บาท/ครั้ง***

3.7 ค่าน้ำประปา และค่าน้ำมันดีเซล

ค่าน้ำประปาที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อเป็นระบบหมุนเวียน ความจุ 1,000 ลิตร โดยใช้ 2,000 ลิตร/ปี ลิตรละ 3 บาท เป็น 6,000 บาท/ปี ดังนั้นค่าน้ำประปา เท่ากับ 6,000 บาท/ 1,152 ครั้ง 5.21 บาท/ครั้ง***

ค่าน้ำมันดีเซลใช้ทั้งหมดดังนี้ ผลิตครั้งที่ 1 และ 3 ใช้ไปทั้งหมด 53+53= 106 ลิตร ผลิตครั้งที่ 2 และ 4 ใช้ไปทั้งหมด 26.5+26.5=53 ลิตร รวมเป็น 106+53=159 ลิตร/4 ครั้งการผลิต หรือ 39.75 ลิตร/ครั้ง ราคาลิตรละ 25 บาท คิดเป็น 993.75 บาท/ครั้ง***

3.8 รวมค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่อง retort

- ค่าเสื่อมราคาและค่าบำรุงรักษา	520.84 บาท/ครั้ง
- ค่าพลังงานไฟฟ้า	22.93 บาท/ครั้ง
- ค่าแรง	108.00 บาท/ครั้ง
- ค่าน้ำประปา	5.21 บาท/ครั้ง
- ค่าน้ำมันดีเซล	993.75 บาท/ครั้ง
รวม	1,650.72บาท/ครั้ง***

ใน1 ครั้งสามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ซอสได้ 216 ขวด คิดเป็น 7.64 บาท/ขวด**

ใน1 ครั้งสามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ซอสได้ 108 ถุง คิดเป็น 15.28 บาท/ถุง**

หมายเหตุ : ** หมายถึงราคาที่นำไปใช้คำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดงในตารางภาคผนวกที่ จ-2

ตารางภาคผนวกที่ จ-1 กำลังไฟฟ้าในแต่ละขั้นตอนของการผลิตซอสกระเจี๊ยบแดง

Electric power in each stage of production of roselle sauces

ขั้นตอน (ผลิตครั้งที่1 หรือ 3 ใน 1 วัน)	เปิดเครื่องกำเนิดไอน้ำ	กระบวนการฆ่าเชื้อ		
	30 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
Boiler				
Water pump (watt)	1,100	1,100	1,100	1,100
Burner (watt)	704	704	704	704
Diesel oil (litre): ไม่รวมในค่ากำลังไฟฟ้า	26.5	-	26.5	-
Water system (watt)	-	253	253	253
Operated retort (watt)	-	750	750	750
Total (watt)	1,804	2,807	2,807	2,807
Total (watt)	10,225 x 2 ครั้งการผลิต (ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 3) = 20,450			

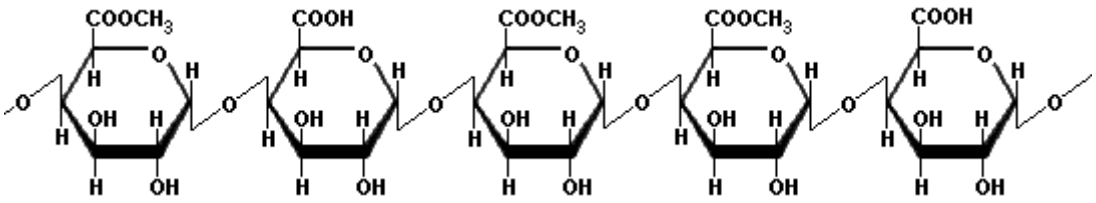
ขั้นตอน (ผลิตครั้งที่ 2 หรือ 4 ใน 1 วัน)	เปิดเครื่องกำเนิดไอน้ำ	กระบวนการฆ่าเชื้อ		
	30 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
Boiler				
Water pump (watt)	-	1,100	1,100	1,100
Burner (watt)	-	704	704	704
Diesel oil (litre): ไม่รวมในค่ากำลังไฟฟ้า	-	-	26.5	-
Water system (watt)	-	253	253	253
Operated retort (watt)	-	750	750	750
Total (watt)		2,807	2,807	2,807
Total (watt)	8,421 x 2 ครั้งการผลิต (ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 4) = 16,842			
Total per day (watt)	**20,450+16,842 = 37,292**			

ตารางภาคผนวกที่ จ-2 การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสกระเจี๊ยบแดง

Cost calculation of roselle sauces

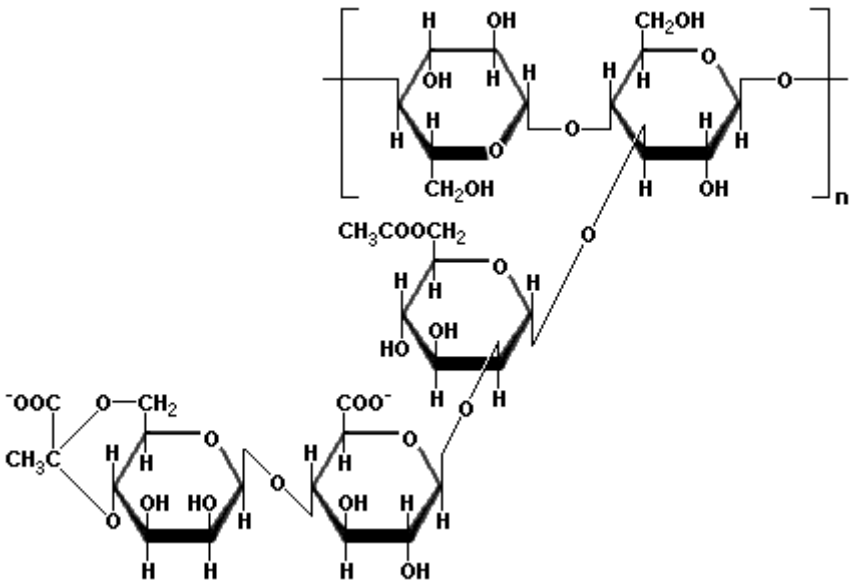
รายการ	ราคา (บาท) / บรรจุภัณฑ์	
	ขวดแก้วฝาเกลียวล็อค (200 กรัม)	ถุงทนความร้อนสูง (85 กรัม)
ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบ	2.33	0.94
บรรจุภัณฑ์	2.50	4.00
ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องคอลลอยด์มิลล์	0.24	0.08
ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องฆ่าเชื้อ	7.64	15.28
รวม (บาท/ผลิตภัณฑ์)	12.71	20.30

ภาคผนวก ฉ โครงสร้างของเพกตินและแซนแทนกัม



ภาพภาคผนวก ฉ-1 โครงสร้างของเพกติน

ที่มา : www.lsbu.ac.uk/water/hypec.html



ภาพภาคผนวก ฉ-2 โครงสร้างของแซนแทนกัม

ที่มา : www.lsbu.ac.uk/water/hyxanh.html