

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

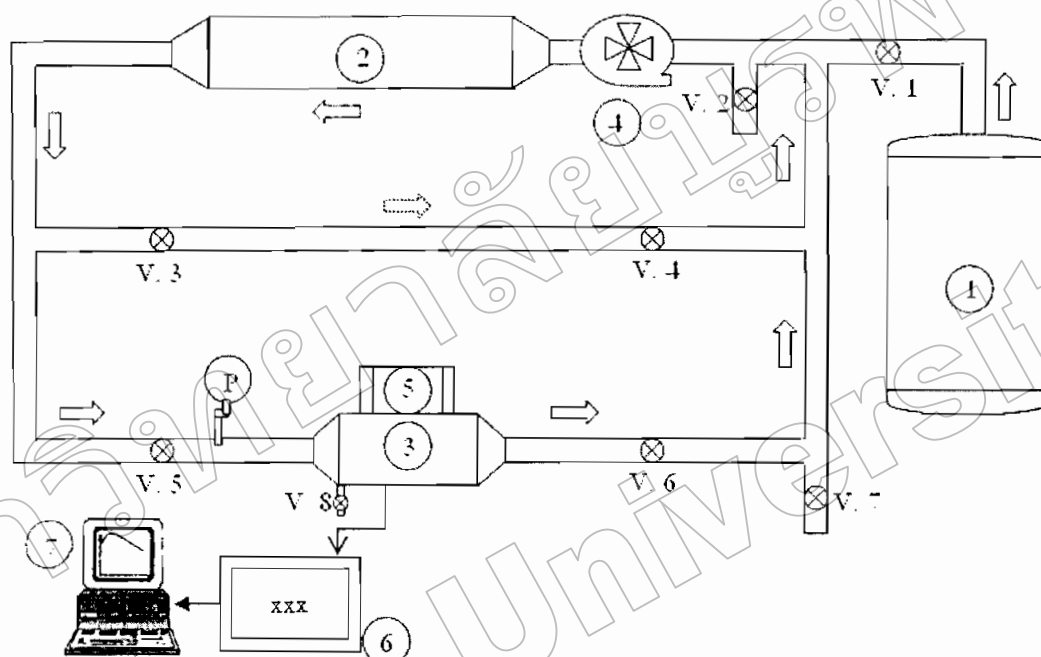
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

## เครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

การทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ใช้เครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่เป็นห้องทำแห้งแบบงวด (Batch Dryer) มีขนาด  $10 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$



ภาคผนวก ก-1 ภาพเครื่องอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

## ส่วนประกอบเครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

จากภาพภาคผนวก ก-1 เครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก

ดังนี้

หมายเลข 1 คือ เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) มีขนาด 30 kW ใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงกว่าบรรยากาศเล็กน้อย สามารถผลิตไอน้ำได้ 45 kg/h ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศ

หมายเลข 2 อุปกรณ์ให้ความร้อน (Super Heater) มีขนาด 13.5 kW และควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องควบคุมแบบ PID ที่มีค่าความถูกต้อง  $\pm 2$  องศาเซลเซียส

หมายเลข 3 เครื่องทำแห้งแบบงวด (Batch Dryer) เป็นห้องทำแห้งแบบตู้มีขนาด  $10 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$  ประกอบไปด้วยถาดใส่ตัวอย่างจำนวน 1 ชั้น

หมายเลข 4 คือ พัดลม (Blower) เป็นแบบแรงเหวี่ยงใบพัดโค้งหลัง ขับด้วยมอเตอร์ขนาด 2.2 kW อัตราการไหลของตัวกลางที่ใช้ทำแห้งควบคุมโดยปรับความเร็วรอบของพัดลม

หมายเลข 5 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Loadcell) มีค่าความถูกต้อง  $\pm 1$  กรัม

หมายเลข 6 จอแสดงผลค่าน้ำหนัก (Display) แสดงผลค่าน้ำหนักในหน่วยกรัม

หมายเลข 7 คอมพิวเตอร์ บันทึกน้ำหนักที่สูญเสียที่เวลาต่าง ๆ ด้วยซอฟต์แวร์ Heat soft สามารถบันทึกผลได้ละเอียดสูงสุดทุก 10 วินาที

ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น มาตรวัดความดัน และวาล์วควบคุม



ภาพผนวก 2-2 เครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพของปลากระตัก

## การวิเคราะห์คุณภาพของปลากระตัก

### 1. การวิเคราะห์ความสดของปลา

- การประเมินความเป็นกรด-ด่าง (Goulas & Kontominas, 2005)

#### อุปกรณ์และสารเคมี

- เครื่องปั่นผสมอาหาร
- เครื่องวัดพีเอช
- ผ้าขาวบาง
- บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
- กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร

#### วิธีวิเคราะห์

นำเนื้อปลากระตักมา 10 กรัมทำการโฮโมจีไนส์ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร กรองและวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่กรองได้ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้เครื่องวัดพีเอช

### 2. เถ้าที่ไม่ละลายในกรด

#### วิธีวิเคราะห์

รดัมเอ้ากับกรดเกลือเจือจาง (ความเข้มข้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์) 25 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรองที่ตะกอนหรือเอ้ารอดผ่านไม่ได้ ล้างส่วนที่ละลายในกรดออกให้หมดด้วยน้ำร้อน นำตะกอนหรือเถ้าที่ไม่ละลายในกรดซึ่งติดอยู่บนกระดาษกรองไปเผาในเตาเผาจนได้เถ้าที่ได้ที่ ทำให้เย็นใน โธตุดความชื้น ชั่งจนได้น้ำหนักคงที่ ค่าที่ได้คือ ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด} = \frac{\text{นน เถ้าที่ไม่ละลายในกรด}}{\text{นน ตัวอย่าง}} \times 100$$

### 3. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995)

#### วิธีวิเคราะห์

โดยชั่งตัวอย่างเนื้อปลากระดัก 10 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ เดิมสารละลายเจือจางเปปโดน ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วลงไป 90 มิลลิลิตร บินตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่น ตัวอย่าง (Stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10 ปิเปิดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดบรรจุสารละลายเปปโดน 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม จะได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง  $10^{-2}$  เจือจางตัวอย่างโดยวิธีเดียวกัน เป็นลำดับจนได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง  $10^{-7}$  เลือกตัวอย่างความเจือจาง  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$  ปิเปิดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ใช้วิธีการ Pour Plate Technique ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ทำการเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงจานเพาะเชื้อ ให้มีปริมาตรประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เขย่า ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $35-37^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน โคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นำจำนวนด้วยเครื่องนับ โคโลนี หากค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจาง คูณด้วยค่า Dilution Factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวน โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

$$\text{CFU/g} = \frac{\text{จำนวน โคโลนีเฉลี่ยจากทั้ง 2 ซ้ำ}}{\text{Dilution Factor} \times \text{volume plate}}$$

### 4. การวิธีวิเคราะห์ยีสต์และรา (Yousef & Carstrom, 2003)

#### วิธีวิเคราะห์

โดยชั่งตัวอย่างเนื้อปลากระดัก 10 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ เดิมสารละลายเจือจางเปปโดน ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วลงไป 90 มิลลิลิตร บินตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่น ตัวอย่าง (Stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10 ปิเปิดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดบรรจุสารละลายเปปโดน 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม จะได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง  $10^{-2}$  เจือจางตัวอย่างโดยวิธีเดียวกัน เป็นลำดับจนได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง  $10^{-7}$  เลือกตัวอย่างความเจือจาง  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$  ปิเปิดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ใช้วิธีการสเปรดเพลท ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ปรับ pH โดยใช้ 10% Tartaric Acid 1 มิลลิลิตร ที่หกลอมละลายและมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศา

เซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 15 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มเพาะเชื้อแบบไม่คว่ำจานเพาะเชื้อ ในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วันนับจำนวน โคโลนีจากแต่ละจานเพาะเชื้อในหน่วย CFU/g

$$\text{CFU/g} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีเฉลี่ยจากทั้ง 2 จ้า}}{\text{Dilution Factor} \times \text{volume plate}}$$

## 5. เชื้อ *Staphylococcus aureus* (สรีรฯ นานาสมบัติ, 2549)

### วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) แล้วเติมสารละลายเปปโตน ลงไปปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ Stomacher นาน 2 นาที ทำการเจือจางตัวอย่างต่อไปที่  $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$  และ  $10^{-5}$  ด้วยสารละลายเปปโตน ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่างๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แบ่งใส่บนผิวหน้าอาหาร Baird-Parker Agar จำนวน 3 จานคือ จานที่ 1 ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร จานที่ 2 ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร และจานที่ 3 ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร จากนั้นใช้แท่งแก้วที่ปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร ถ้าตัวอย่างอาหารยังซึมเข้าในผิวอาหารไม่หมด ให้ตั้งอาหารไว้ในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยไม่ต้องคว่ำจานนาน 1 ชั่วโมง แล้วจึงคว่ำจานและบ่มต่อไปจนครบ 48 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีบนจานอาหาร Baird-Parker Agar เลือกจานที่มีโคโลนีที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* จำนวน 20-200 โคโลนี โคโลนีของ *S. aureus* จะมีลักษณะกลม ผิวเรียบ ข้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร สีเทาถึงดำ มักมีสีอ่อนลงที่ขอบโคโลนี บริเวณรอบโคโลนีจะมีโซนขาวขุ่นและบ่อยครั้งจะมีโซนใสล้อมรอบที่ขอบนอกด้วย บางครั้งอาจพบ *S. aureus* สายพันธุ์ที่ไม่ย่อยสลายไขมันที่มีลักษณะคล้ายกันที่ไม่มีโซนขาวขุ่นหรือโซนใสจากอาหารหลายชนิด นับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะ ดังกล่าว จดบันทึกไว้ในกรณีที่โคโลนีที่ขึ้นบนจานอาหารที่ระดับความเจือจางต่ำสุดมีจำนวนน้อยกว่า 20 โคโลนี ให้นับโคโลนีที่มีลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งโคโลนีของ *S. aureus* โดยให้นับแต่ละลักษณะและบันทึกจำนวนโคโลนีแต่ละลักษณะแยกกัน แต่ถ้าโคโลนีที่ขึ้นบนจานอาหารที่ระดับความเจือจางต่ำสุดมีมากกว่า 200 โคโลนีและมีลักษณะที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* ซึ่งไม่พบลักษณะนี้ที่ระดับความเจือจางสูงกว่า ให้เลือกนับเฉพาะโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ *S. aureus*

คัดเลือกโคโลนีแต่ละลักษณะที่น่าจะเป็นของ *S. aureus* 1 โคโลนีต่อหนึ่งลักษณะ นำมาทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลสและทดสอบยีนอื่นชนิดอื่น คำนวณหาจำนวนของ

*S. aureus* ในอาหารที่นำมาวิเคราะห์ (โคโลนีต่อกรัมของอาหาร) จากจำนวนโคโลนี ที่ให้ผลบวก  
กับการทดสอบยีนย่นและค่า dilution factor

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ภาคผนวก ค

การประเมินคุณภาพทางประสาธสัมพันธ์

### แบบทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ ปลากระดุกอบแห้ง

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของ

ท่านตามคำอธิบายคะแนนความชอบด้านล่างนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉย ๆ

6 = ชอบน้อยมาก

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง

|                   |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| สี                | ..... | ..... | ..... | ..... |
| กลิ่น             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| รสชาติ            | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ลักษณะเนื้อสัมผัส | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ความชอบโดยรวม     | ..... | ..... | ..... | ..... |

ข้อเสนอแนะ.....

.....

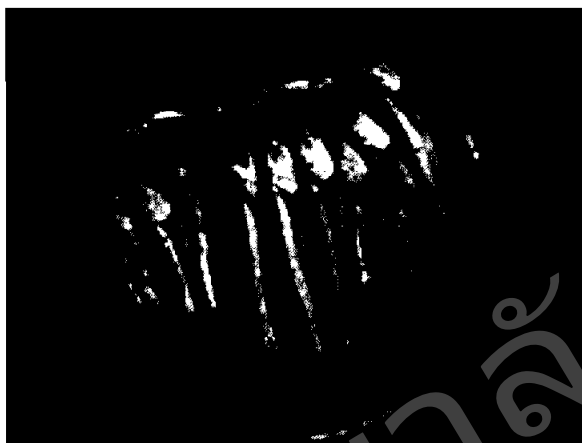
.....

.....

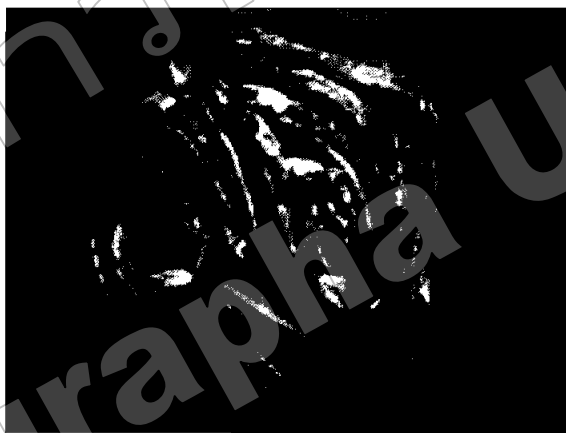
ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ง  
ผลิตภัณฑ์ปลากระตัก

### ผลิตภัณฑ์ปลากะตักอบแห้ง



ภาพภาคผนวก ง-1 ปลากะตักสด



ภาพภาคผนวก ง-2 ปลากะตักอบแห้ง

ภาคผนวก จ  
ข้อมูลผลการทดลอง

ตารางภาคผนวก จ-1 ค่าความชื้นสมดุลของปลากะดักที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่าง ๆ

| อุณหภูมิ 40 °C          |                                               | อุณหภูมิ 50 °C          |                                               | อุณหภูมิ 60 °C          |                                               |
|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| ค่าวอเตอร์<br>แอกติวิตี | ความชื้นสมดุล<br>(เปอร์เซ็นต์<br>มาตรฐานแห้ง) | ค่าวอเตอร์<br>แอกติวิตี | ความชื้นสมดุล<br>(เปอร์เซ็นต์<br>มาตรฐานแห้ง) | ค่าวอเตอร์<br>แอกติวิตี | ความชื้นสมดุล<br>(เปอร์เซ็นต์<br>มาตรฐานแห้ง) |
| 0.112                   | 3.1875                                        | 0.111                   | 2.9863                                        | 0.1                     | 2.36187                                       |
| 0.223                   | 4.2735                                        | 0.212                   | 3.7435                                        | 0.204                   | 3.3492                                        |
| 0.316                   | 5.0563                                        | 0.301                   | 4.8613                                        | 0.292                   | 4.4101                                        |
| 0.431                   | 6.6572                                        | 0.422                   | 5.81021                                       | 0.41                    | 5.16388                                       |
| 0.61                    | 7.8854                                        | 0.61                    | 7.1268                                        | 0.544                   | 6.27099                                       |
| 0.745                   | 10.3427                                       | 0.745                   | 9.0423                                        | 0.74                    | 8.1208                                        |
| 0.803                   | 13.88642                                      | 0.803                   | 12.97349                                      | 0.803                   | 11.6247                                       |

ตารางภาคผนวก จ-2 อัตราส่วนความชื้นของปลากะตักอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง  
ที่อุณหภูมิต่างๆ

| เวลา (นาที) | ปลากะตักสด |        |        | แช่ในน้ำเกลือ |        |        | ต้มในน้ำเกลือ |        |        |
|-------------|------------|--------|--------|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
|             | 40 °C      | 50 °C  | 60 °C  | 40 °C         | 50 °C  | 60 °C  | 40 °C         | 50 °C  | 60 °C  |
| 0           | 426.87     | 426.87 | 426.87 | 379.62        | 379.62 | 379.62 | 323.19        | 323.19 | 323.19 |
| 10          | 290.55     | 251.46 | 239.35 | 242.86        | 231.09 | 216.81 | 255.48        | 233.62 | 183.40 |
| 20          | 218.07     | 162.81 | 125.15 | 186.85        | 147.88 | 126.61 | 200.47        | 119.73 | 84.79  |
| 30          | 161.91     | 93.57  | 40.25  | 139.81        | 79.08  | 58.41  | 149.68        | 67.68  | 29.33  |
| 40          | 111.11     | 45.08  | 25.64  | 97.25         | 30.98  | 23.20  | 111.60        | 22.89  | 23.19  |
| 50          | 73.59      | 21.95  | 16.33  | 63.67         | 28.11  | 18.01  | 77.74         |        |        |
| 60          | 44.23      | 21.95  |        | 39.06         | 23.18  |        | 56.58         |        |        |
| 70          | 30.71      |        |        | 34.58         | 18.26  |        | 39.65         |        |        |
| 80          | 25.35      |        |        | 28.60         |        |        | 20.04         |        |        |
| 90          | 18.80      |        |        | 24.17         |        |        |               |        |        |