



ภาคผนวก

ภาคผนวก

ก. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบชิมแบบพรรณาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis : QDA)

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

คำชี้แจง

กรุณาชิมตัวอย่างอาหารที่เสนอให้จากซ้ายมือไปยังขวามือโดยเริ่มจากตัวอย่าง ที่มีเครื่องหมาย (*) และขีดเส้นตั้งฉาก (I) ของแต่ละปัจจัยลงบนเส้นตรงแนวนอนที่ให้ไว้ พร้อมรหัสตัวอย่างตรงบริเวณที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด และขีดเส้นตั้งฉาก (I) ณ จุดที่ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีมากที่สุด (กรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนชิม ตัวอย่างถัดไป)

1. สี

สีเหลืองอ่อน

สีเหลืองเข้ม

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส

เนื้อเนียน

เนื้อหยาบ

3. ความหนืด

เหลว

ข้นหนืด

4. ความหวาน

หวานน้อย

หวานมาก

5. กลิ่นรสขนุน

กลิ่นอ่อน

กลิ่นแรง

6. การยอมรับรวม

ยอมรับน้อยที่สุด _____ ยอมรับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ข. การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นโดยวิธีอบด้วยตู้อบไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. จานโลหะหรือจานกระเบื้องเคลือบ (Porcelain Dish) หรือกระป๋องสำหรับหาความชื้น (moisture can)
2. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. โถดูดความชื้น (Dessicator)

วิธีการ

1. อบภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105°C นาน 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนัก
2. กระทำเช่นข้อ 1 ชำจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้งแตกต่างกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียดประมาณ 3-5 กรัมใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักที่แน่นอน
4. นำไปอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 105°C นาน 5-6 ชั่วโมง
5. นำออกจากตู้อบไปใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากชั่งหาน้ำหนัก
6. อบซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้ง แตกต่างกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
7. คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักร่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (Muffle furnace)
2. ภาชนะสำหรับเผาตัวอย่าง (Porcelain crucibles)
3. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. โถดูดความชื้น (Dessicator)

วิธีการ

1. เเผาภาชนะสำหรับเผาตัวอย่างในเตาที่มีอุณหภูมิ 600°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วพักไว้ให้เย็นลงประมาณ 30 นาที ก่อนนำออกจากเตาเผาหลังจากนั้นจึงนำออกจากเตาเผา ใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็น (ควรเผาจนกระทั่งน้ำหนักของภาชนะคงที่) ชั่งน้ำหนักภาชนะที่แน่นอนทันทีที่เย็น

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน ประมาณ 3-5 กรัม

3. นำตัวอย่างไปเผาในตู้ควันจนกว่าจะหมดควัน โดยใช้ตะเกียงเบนเสนหรือเตาไฟฟ้าจึงนำเข้าเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 600°C เเผาจนกว่าตัวอย่างจะเป็นสีเทา (ใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง) พักไว้ในเตาเผาประมาณ 30 นาที แล้วจึงนำมาใส่ในโถดูดความชื้น จนกว่าจะเย็นชั่งน้ำหนักเถ้าที่เหลือ

4. คำนวณปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ย่อยโปรตีนประกอบด้วยเตาย่อย (Heat Block) และเครื่องคັกจับไอกรด (Scrubber)

2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน

3. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร และ (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร

4. บีเปต ขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร

5. บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร
6. ลูกแก้ว (Glass bead)
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ในอัตราส่วน 1 : 9

2. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32%
4. กรดบอริกความเข้มข้น 2%
5. กรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 N
6. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution (ซึ่ง Methylene blue 0.2 กรัม ละลายใน ethanol 200 มิลลิลิตร และซึ่ง methyl red 0.05 กรัม ละลายใน ethanol 50 มิลลิลิตร) เวลาใช้นำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : ethanol 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 0.5 – 1 กรัมใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีนและทำ Blank ด้วย
2. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟตและโพแทสเซียมซัลเฟตในอัตราส่วน 1:9 หรืออาจใช้ Catalyst สำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดก็ได้
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร
4. วางหลอดย่อยในเตาย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่สารละลายต่างและเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย
5. เปิดสวิตซ์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อย แล้วตั้งอุณหภูมิ 200°C เวลา 30 นาที จากนั้นปรับเพิ่มอุณหภูมิเป็น 350°C ย่อยต่ออีก 60 นาที จนได้สารละลายใส
6. ปลดยวไว้ให้เย็น
7. นำมาถ่ายลงขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และใช้น้ำกลั่นล้างหลอดย่อยให้หมด สารละลายตัวอย่างแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร เก็บไว้กลั่นต่อไป

ขั้นตอนการกลั่นและการไตเตรต

1. จัดอุปกรณ์กลั่นแล้วปิดสวิตซ์ให้ความร้อน และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่นด้วย
2. นำขบวนการผสมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุกรดบอริก (เข้มข้นร้อยละ 4) ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ซึ่งเติมอินดิเคเตอร์เรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย
3. คูดสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปตแบบกระเปาะขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 20 มิลลิลิตร หรือตั้งให้เครื่องกลั่นทำงานตามนี้ในกรณีที่เป็นเครื่องกลั่นอัตโนมัติ
4. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ
5. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดเกลือ (HCl) ที่มีความเข้มข้น 0.02 N ที่ผ่านการปรับมาตรฐานแล้ว จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง
6. คำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(A - B) \times N \times 14.007 \times F}{W}$$

A = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรตกับ Blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)

F = แฟกเตอร์ (สำหรับขนมอบที่ใช้ที่ 2.25)

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

4. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ซอกเลต (Soxhlet) อุปกรณ์ควบแน่น (Condenser) และเตาให้ความร้อน (Heating mantle)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (Extraction thimble)
3. สำลี
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

6. โถดูดความชื้น (Dessicator)

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์ หรือเฮกเซน (Petroleum ether)

วิธีการ

1. อบบีกเกอร์สำหรับหาปริมาณไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 250 มิลลิลิตร ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก 3 – 5 กรัม ห่อให้มีคติดตามวิธีการ ห่อแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง กลุ่มด้วยใยแก้วหรือสำลีเพื่อให้สารตัวทำละลายมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ
3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในชอคเลต
4. เติมสารทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันประมาณ 150 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตาให้ความร้อน
5. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่นและเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน
6. ใช้เวลาในการสกัดไขมันนาน 2 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยด/นาที (ปฏิบัติตามขั้นตอนการตั้งโปรแกรมเครื่อง)
7. เมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้ว นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากชอคเลต ทิ้งให้ตัวทำละลายกลั่นตัวจากชอคเลตลงในขวดกลมจนหมด
8. ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบสูญญากาศ
9. นำขวดหาไขมันอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 – 90°C จนแห้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที
10. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม
11. คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

หมายเหตุ ตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้วนั้นเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อใยต่อไป

5. การตรวจสอบคุณภาพความหืน (Thiobarbituric acid : TBA) (Egan, et al., 1981)

อุปกรณ์

1. หลอดทดสอบชนิดมีจุก
2. เครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
3. ลูกแก้ว
4. เต้าไฟฟ้า
5. ชุดกลั่น (Flask, condenser, receiver)
6. บีเปต

สารเคมี

1. 4N Hydrochloric acid (HCl)
2. Thiobarbituric acid reagent (TBA) ละลาย 0.2883 กรัม ใน 100 มิลลิลิตร ของ 90% glacial acetic acid

วิธีการ

1. ปั่นตัวอย่าง 10 กรัม กับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 นาที แล้วถ่ายลงในขวดกลั่นใช้น้ำ 47.5 มิลลิลิตร ดังภาชนะที่ใส่ตัวอย่างแล้วเทลงขวด
2. เติม 2.5 มิลลิลิตร ของ 4 นอร์มอล HCl แล้วเติบลูกแก้ว
3. กลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร ภายใน 10 นาที
4. คูดสารที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบชนิดมีจุก
5. เติม 5 มิลลิลิตร TBA reagent เขย่าและให้ความร้อนด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที
6. ทำ blank โดยวิธีเดียวกัน โดยใช้ 5 มิลลิลิตร ของน้ำกลั่นให้ความร้อน 35 นาที
7. ทำตัวอย่างและ blank ให้เย็นแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ 532 นาโนเมตร
8. คำนวณหาปริมาณ TBA จากสูตร

$$\text{TBA Value (mg malonaldehyde/kg sample)} = 7.8A$$

(เมื่อ A = OD ของตัวอย่างที่หักค่า blank แล้ว)

ค. การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. การตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี pour plate (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อ (plate)
2. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร และ 10 มิลลิลิตร
3. หลอดทดลอง
4. หม้อนึ่งความดัน (autoclave)
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
6. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
7. เครื่องปั่นไฟฟ้า
8. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate Count Agar (PCA)
2. 0.85% NaCl

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง
 - 1.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ลงในขวดเตรียมตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ
 - 1.2 เติม 0.85% NaCl จำนวน 90 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันด้วยความเร็วต่ำ ประมาณ 21 นาที นำไปทิ้งในตู้เย็น 30 นาที
 - 1.3 ทำการเจือจางให้เป็น 100, 1000 เท่า โดยใช้ 0.85 NaCl
2. การตรวจนับจุลินทรีย์
 - 2.1 คูดตัวอย่างจากข้อ 1.3 อย่างละ 1 มิลลิลิตร (ทำ 3 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว
 - 2.2 เติมอาหารเลี้ยงเชื้อที่หลอมเหลวมีอุณหภูมิประมาณ 45 °C Plate Count Agar (PCA) ประมาณ 15 มิลลิลิตร
 - 2.3 เขย่าจานเพาะเชื้อเบา ๆ แล้วทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัวประมาณ 15 นาที
 - 2.4 อบเพาะเชื้อที่ 35-37 องศาเซลเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
 - 2.5 ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนละ 30-300 โคโลนีบันทึกผลและรายงานการทดลองเป็นจำนวนโคโลนี/กรัมตัวอย่าง (CFU/g) การคำนวณ

$$\text{CFU/g} = \text{Average no. of colonies} \times \text{dilution factor}$$

2. การวิเคราะห์หาจำนวนยีสต์และราทั้งหมด โดยวิธี Spread plate (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. งานเพาะเชื้อ
2. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร และ 10 มิลลิลิตร
3. หลอดทดลองขนาด 16 X 150 มิลลิลิตร
4. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)
6. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato Dextrose Agar (PDA)
2. น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่างสำหรับตรวจยีสต์และรา
 - 1.1 ตัวอย่างอาหาร 1 กรัม บดให้ละเอียด เติมน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ใส่บีกเกอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
 - 1.2 ทำการเจือจางให้เป็น 10^{-1} - 10^{-9} เท่า โดยใช้ น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. การตรวจนับยีสต์และรา
 - 2.1 คูดตัวอย่างข้อ 1.2 อย่างละ 1 มิลลิลิตรลงในงานเพาะเชื้อที่มีอาหาร PDA ที่แข็งแล้ว 15-30 มิลลิลิตร
 - 2.2 ใช้แท่งแก้วที่ฆ่าเชื้อแล้ว Spread ตัวอย่างให้ทั่วผิวของอาหาร ทิ้งไว้ 15 นาที
 - 2.3 เพาะเชื้อแล้วอบที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 - 72 ชั่วโมง
 - 2.4 ตรวจนับจำนวนโคโลนีของยีสต์และราที่เกิดจากงานเพาะเชื้อ
 - 2.5 บันทึกและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

ง. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ง1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

ปัจจัยคุณภาพ	SOV	DF	SS	MS	F
สี	Treatment(T)	4	2.508	0.627	40.108**
	Replication(R)	14	0.132	0.009	0.604 ^{ns}
	Error	56	0.875	0.016	
	Total	74	62.390		
ลักษณะเนื้อสัมผัส	Treatment(T)	4	0.859	0.215	
	Replication(R)	14	0.182	0.013	40.464**
	Error	56	0.297	0.005	2.456**
	Total	74	53.839		
ความหนืด	Treatment(T)	4	2.784	0.696	
	Replication(R)	14	0.410	0.030	28.290**
	Error	56	1.378	0.025	1.189 ^{ns}
	Total	74	88.437		
ความหวาน	Treatment(T)	4	1.572	0.393	
	Replication(R)	14	0.431	0.030	
	Error	56	1.007	0.018	21.852**
	Total	74	54.776		1.71 ^{ns}
กลิ่นรสขนุน	Treatment(T)	4	2.053	0.513	
	Replication(R)	14	0.273	0.020	
	Error	56	1.029	0.018	27.930**
	Total	74	51.339		1.060 ^{ns}
การยอมรับรวม	Treatment(T)	4	2.316	0.579	
	Replication(R)	14	0.265	0.019	
	Error	56	0.997	0.018	32.524**
	Total	74	51.458		1.064**

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.05$)

ตารางภาคผนวก ง2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์
สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	0.131	0.033	350.643**
Error	10	0.0009	0.00009	
Total	14	0.132		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 0.16%

ตารางภาคผนวก ง3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (Aw) ของผลิตภัณฑ์
สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	0.002	0.0004	372.441**
Error	10	0.00001	0.000001	
Total	14	0.001		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 0.12%

ตารางภาคผนวก ง4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (L) ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน
สำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	67.267	16.817	10380.724**
Error	10	0.002	0.002	
Total	14	67.283		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 0.07%

ตารางภาคผนวก ง5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (a) ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน
สำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	8.303	2.076	817.253**
Error	10	0.025	0.003	
Total	14	8.329		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 0.97%

ตารางภาคผนวก ง6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (b) ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน
สำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	52.696	13.174	22.924**
Error	10	5.747	0.575	
Total	14	58.443		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 1.87%

ตารางภาคผนวก ง7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน
สำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	10732.000	2683.000	69.508**
Error	10	386.000	36.600	
Total	14	11118		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 0.11%

ตารางภาคผนวก ง8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ °Brix ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับ
ขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	324.400	81.100	135.167**
Error	10	6.000	0.600	
Total	14	330.400		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

CV = 1.48%

ตารางภาคผนวก ง9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน
สำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	238.488	59.622	240.172**
Error	10	2.482	0.248	
Total	14	240.970		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

CV = 1.22%

ตารางภาคผนวก ง10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ โปรตีนของผลิตภัณฑ์สังขยา
ขนุนสำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	1.405	0.351	83.629**
Error	10	0.042	0.004	
Total	14	1.447		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

CV = 2.33%

ตารางภาคผนวก ง11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน
สำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	94.937	23.734	165.750**
Error	10	1.432	0.143	
Total	14	96.369		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 3.64%

ตารางภาคผนวก ง12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน
สำหรับขนมปัง

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment(T)	4	0.251	0.062	32.633**
Error	10	0.092	0.001	
Total	14	0.271		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV = 2.48%

ตารางภาคผนวก ง13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สถานะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	5	0.055	0.010	28.266**
	Error	12	0.005	0.0003	
	Total	17	0.006		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	5	9.578	1.9	1505.643**
	Error	12	0.015	0.001	
	Total	17	9.593		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 0.31%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 0.66%

ตารางภาคผนวก ง14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (A_w) ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สถานะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	5	0.005	0.001	33.026**
	Error	12	0.0004	0.00002	
	Total	17	0.005		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	5	0.010	0.002	106.160**
	Error	12	0.0002	0.00001	
	Total	17	0.010		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 0.51%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 0.37%

ตารางภาคผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (L) ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	5	29.483	5.897	5387.713**
	Error	12	0.131	0.001	
	Total	17	29.496		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	5	651.170	130.234	3.194*
	Error	12	489.309	40.776	
	Total	17	1140.480		

**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

*มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.05)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 0.16%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 9.78%

ตารางภาคผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (a) ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	5	3.106	0.621	213.408**
	Error	12	0.035	0.003	
	Total	17	3.141		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	5	4.158	0.832	311.219**
	Error	12	0.032	0.003	
	Total	17	4.190		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 1.49%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 1.38%

ตารางภาคผนวก ง17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (b) ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	5	144.547	28.909	570.456**
	Error	12	0.608	0.051	
	Total	17	145.155		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	5	64.954	12.991	5338.700**
	Error	12	0.030	0.002	
	Total	17	64.983		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 0.55%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 0.11%

ตารางภาคผนวก ง18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	5	117.270	23.454	2.107 ^{ns}
	Error	12	133.558	11.130	
	Total	17	250.828		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	5	61.403	12.281	0.854 ^{ns}
	Error	12	172.640		
	Total	17	234.043	14.387	

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.05$)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 0.42%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 0.48%

ตารางภาคผนวก ง19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	5	14.795	2.959	141.801**
	Error	12	0.250	0.021	
	Total	17	15.045		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	5	186.279	37.256	276.641**
	Error	12	1.616	0.135	
	Total	17	187.895		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 0.32%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 0.76%

ตารางภาคผนวก ง20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	1	0.001	0.001	0.618 ^{ns}
	Error	4	0.009	0.002	
	Total	5	0.10		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	1	0.173	0.173	47.077**
	Error	4	0.015	0.003	
	Total	5	0.188		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.05)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 1.17%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 2.23%

ตารางภาคผนวก ง21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิ ห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	1	0.0006	0.0006	0.002 ^{ns}
	Error	4	1.363	0.341	
	Total	5	1.363		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	1	4.969	4.969	25.020**
	Error	4	0.794	0.199	
	Total	5	5.763		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.05)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 4.17%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 2.99%

ตารางภาคผนวก ง22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิ ห้องเป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	SOV	DF	SS	MS	F
อุณหภูมิ 4°C	Treatment(T)	1	0.000	0.000	0.000 ^{ns}
	Error	4	0.001	0.0002	
	Total	5	0.001		
อุณหภูมิห้อง	Treatment(T)	1	0.003	0.003	2.812 ^{ns}
	Error	4	0.005	0.001	
	Total	5	0.009		

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.05)

CV (อุณหภูมิ 4°C) = 0.09%

CV (อุณหภูมิห้อง) = 3.33%

จ. ต้นทุนการผลิต

ค่าใช้จ่ายในการทำผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง ปริมาณ 600 กรัม ซึ่งมีรายการดังต่อไปนี้

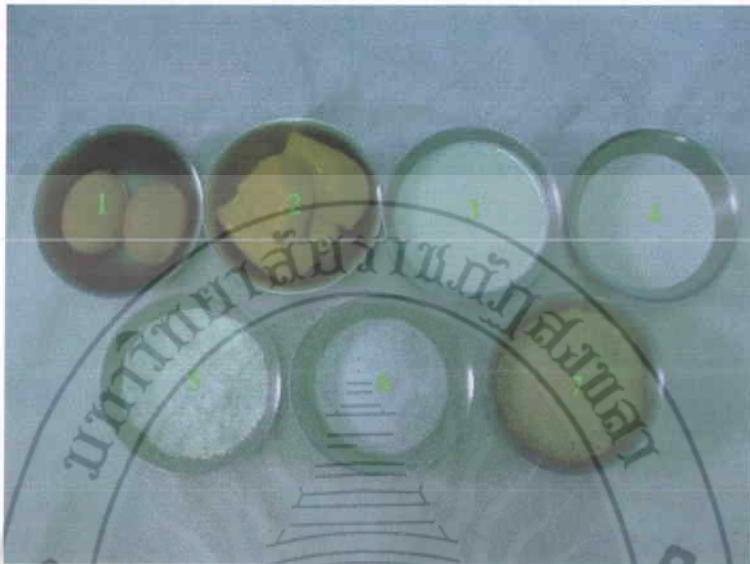
กะทิข้น	406	กรัม	คิดเป็นจำนวนเงิน	16.25	บาท
แป้งข้าวโพด	39	กรัม	คิดเป็นจำนวนเงิน	3.75	บาท
น้ำตาลทราย	350	กรัม	คิดเป็นจำนวนเงิน	5.00	บาท
นมสด	500	กรัม	คิดเป็นจำนวนเงิน	20.00	บาท
ไข่ไก่	260	กรัม	คิดเป็นจำนวนเงิน	8.00	บาท
ขนุน	200	กรัม	คิดเป็นจำนวนเงิน	6.00	บาท
เกลือ	2	กรัม	คิดเป็นจำนวนเงิน	0.25	บาท
รวม				59.25	บาท
ค่าแรงงาน				50.00	บาท
ค่าเสื่อมสภาพเครื่องมือ				25.00	บาท
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด				134.25	บาท

สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง 600 กรัม กระจุกละ 100 กรัม จำนวน 6 กระจุก
เมื่อสำรวจตามท้องตลาดพบว่าราคากระจุกละ 25 บาท

ถ้าขายสังขยาขนุนสำหรับขนมปังกระจุกละ 25 บาท $(25 \times 6) = 150$ บาท จะได้กำไร

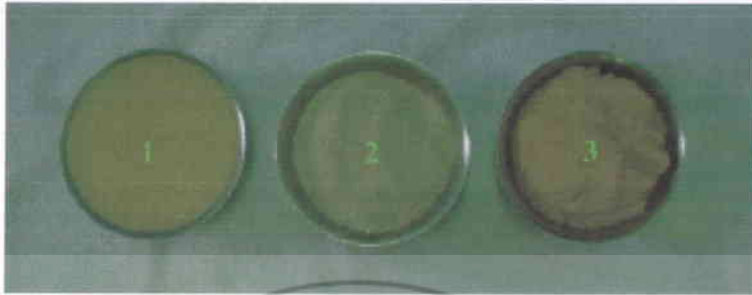
15.75 บาท/ 600 กรัม

ฉ. ส่วนผสม ผลิตภัณฑ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์



- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. ไข่ไก่ | 5. แป้งข้าวโพด |
| 2. ขนุน | 6. เกลือ |
| 3. กะทิ | 7. น้ำตาลทรายแดง |
| 4. นมสดพาสเจอร์ไรส์ | |

ภาพภาคผนวกที่ ฉ1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสังขยาขนุนสำหรับขนมปัง



1. ไข่ไก่
2. น้ำตาลทรายแดง
3. ขนุนบด

ภาพภาคผนวกที่ ๓2 แสดงส่วนผสมที่นำมาปรับปรุงสูตรในการผลิตสังขยาขนุนสำหรับขนมปัง



- | | |
|---------------|---------------|
| 1. ตัวอย่าง A | 4. ตัวอย่าง D |
| 2. ตัวอย่าง B | 5. ตัวอย่าง E |
| 3. ตัวอย่าง C | |

ภาพภาคผนวกที่ ๓3 ผลิตรัณฑ์สุดท้ายของสังขยาขนุนสำหรับขนมปัง



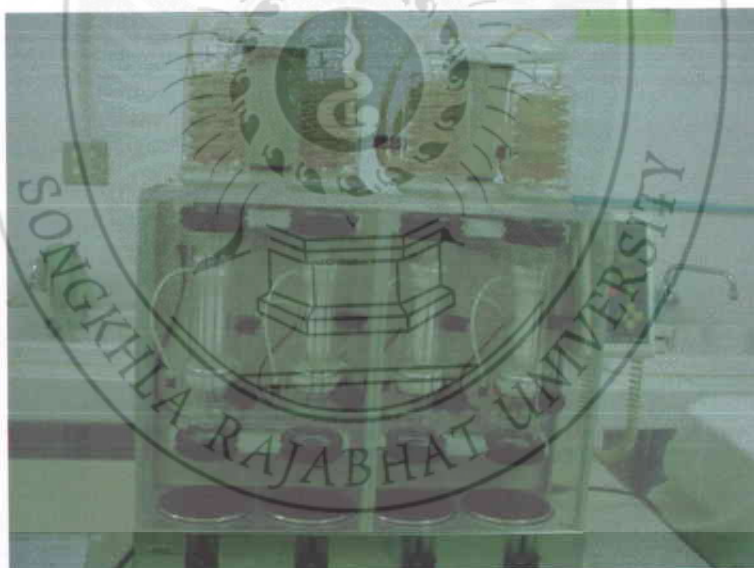
ภาพภาคผนวกที่ ๓4 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Aw)



ภาพภาคผนวกที่ ๓5 ตู้อบไฟฟ้า (Hot Air Oven)



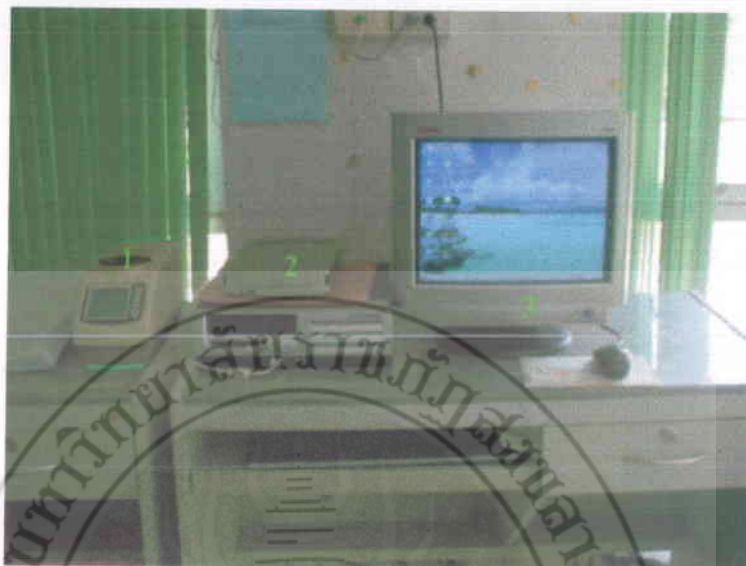
ภาพภาคผนวกที่ ๓6 เครื่องวิเคราะห์ความเป็นกรด – ด่าง (pH meter)



ภาพภาคผนวกที่ ๓7 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน



ภาพภาคผนวกที่ ๓๘ เครื่องวิเคราะห์โปรตีน



1. เครื่องมือวิเคราะห์ค่าสี (Color flex 45/0)
2. เครื่องวิเคราะห์ค่าสี (Color flex 45/0)
3. จอแสดงข้อมูล

ภาพภาคผนวกที่ ๑๑ เครื่องวิเคราะห์ค่าสี



ภาพภาคผนวกที่ ๑๑๐ เตาเผา (Porcelain crucibles)



ภาพภาคผนวกที่ ๑1 ตู้บ่มมาเชื้อ (Incubator)