

### บทที่ 3

#### การทดลอง

#### 3.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง

แป้ง แป้งที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาลี

3.1.1 แป้งมันสำปะหลังที่ใช้ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลังตรา เอส. อาร์ ของบริษัท  
เจพีการค้า จำกัด

3.1.2 แป้งสาลีที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 ชนิด คือ

3.1.2.1 แป้งสาลีชนิด hard flour ได้แก่ แป้งตรากำแพงเมืองสีน  
ของบริษัทแหลมทองสหการ จำกัด ซึ่งมีโปรตีนอยู่ในช่วง 14% ซึ่งจะใช้ในการศึกษาหาระดับของ  
แป้งมันสำปะหลังที่สามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำคุกกี้ โดยใช้อัตราส่วนของแป้งผสมดังนี้คือ

แป้งมันสำปะหลัง		แป้งสาลี
0	:	100
10	:	90
20	:	80
30	:	70
40	:	60
50	:	50

3.1.2.2 แป้งสาลีชนิด medium flour ได้แก่ แป้งตราห้วกวาง ของ  
บริษัทแหลมทองสหการ จำกัด ซึ่งมีโปรตีนอยู่ในช่วง 10% ซึ่งจะใช้ในการทำคุกกี้จากสูตร  
มาตรฐาน เพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบกับคุกกี้จากแป้งผสม ในหัวข้อของการศึกษา  
เกี่ยวกับการนำแป้งผสมไปใช้ผลิตคุกกี้ในระดับอุตสาหกรรม

#### 3.2 ศึกษาคุณสมบัติของแป้งสาลีและแป้งผสมในระดับการแทนที่ต่าง ๆ

3.2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพในการเกิด dough



3.2.1.1 Farinograph ตามวิธี AACC Method 54-21 โดยใช้ Brabender Farinograph อ่างผสม (mixing bowl) ขนาดใหญ่ ซึ่งมีขนาดความจุแป้ง 300 กรัม ดังรายละเอียดของวิธีทดสอบที่แสดงไว้ในภาคผนวก ค

จากกราฟที่ได้จะทำการประเมินค่าต่าง ๆ ดังนี้ คือ ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้ง, dough development time, dough stability departure time และ mixing tolerance index

3.2.1.2 Extensograph ตามวิธี AACC Method 54-10 โดยใช้ Brabender Farinograph และ Extensograph ดังรายละเอียดของวิธีทดสอบที่แสดงไว้ในภาคผนวก จ

จากกราฟที่ได้จะทำการประเมินค่า extensibility resistance to extension

เกณฑ์การพิจารณา : เลือกว่าแป้งที่มีระดับการแทนที่ที่ให้คุณสมบัติทางกายภาพในการเกิด dough อยู่ในช่วงของแป้งสาลีที่ใช้ผลิตคุกกี้ในระดับอุตสาหกรรม และนำแป้งผลในระหว่างการแทนที่ที่เป็นไปได้ นั้น ไปศึกษาหาความชื้นหนืด, อุณหภูมิในการเกิด gel, วิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมี และนำมาทำ คุกกี้ตามวิธี Baking Quality of Cookie Flour ตามวิธี AACC 10-50 D

3.2.2 หาความชื้นหนืดและอุณหภูมิในการเกิด gel ของแป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง และแป้งผลจากข้อ 3.2.1 โดยใช้ Brabender Amylograph ตามวิธี AACC 22-11 ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ 10% suspension ของแป้งในน้ำ โดยใช้ตัวอย่างแป้งหนัก 51 กรัม (14% moisture basis) และน้ำกลั่น 460 ม.ล. และใช้อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 30 องศาเซลเซียส ดังรายละเอียดของวิธีทดสอบที่แสดงไว้ในภาคผนวก ช

3.2.3 วิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมีของแป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง และแป้งผลในระหว่างการแทนที่ต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ตามข้อ 3.2.1

3.2.3.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยวิธีวิเคราะห์ตาม AOAC-14.004 (21)

3.2.3.2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีวิเคราะห์ตาม AOAC-14.026 (21)

## 3.2.3.3 วิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยวิธีวิเคราะห์ตาม AOAC-14.006 (21)

## 3.3 การทำคุกกี้จากแป้งสาลีและแป้งผสมในระดับการแทนที่ต่าง ๆ

## 3.3.1 สูตรของคุกกี้ที่ใช้ในการทดลอง คือ

Ingredients	% (Flour basis)
Flour	100
Shortening	20
Butter	50
Granulated sugar	45
Salt	0.5
Sodium bicarbonate	0.1
Ammonium bicarbonate	0.2
Whole egg	25
Evaporated milk	20

3.3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง, วิธีผสม และวิธีประเมินผลใช้วิธี AACC Method 10-50 D Baking Quality of Cookie Flour ดังรายละเอียดดังนี้ คือ

## 3.3.2.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

- เครื่องผสมไฟฟ้า Kitchen aid model K5SS ซึ่งมีความจุของอ่างผสม 5 ควอทซ์ และใช้หัวตีรูปใบไม้
- แผ่นเหล็กสำหรับรองรับคุกกี้ออกเป็นแผ่นที่ควบคุมความหนาอยู่ในช่วง 7 มิลลิเมตร (0.275 นิ้ว) ดังแสดงในรูปที่ 3.1
- ไม้คั้นสำหรับรีดแป้งออกเป็นแผ่น ดังแสดงในรูปที่ 3.1
- พริกตดคุกกี้ (cookie cutter) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.1
- เตาอบ
- อุปกรณ์สีกย่อยอื่น ๆ ได้แก่ ถาดรองอบ ตะแกรงพักขนม

## พวยยาง ตะแกรงร่อนแป้ง

## 3.3.2.2 วิธีผสม

- ตีเนย น้ำตาล เกล็ด ด้วยความเร็วเบอร์ 1 เป็นเวลา 3 นาที (หยุดเครื่องปาดข้างอ่างผสมและก้นอ่างผสมทุก ๆ 1 นาที)
- เติมน้ำลงไปผสมให้เข้ากันด้วยความเร็วเบอร์ 1 เป็นเวลา 1 นาที หยุดเครื่องปาดข้างอ่างและก้นอ่างผสม ผสมต่อโดยใช้ความเร็วเบอร์ 4 เป็นเวลา 1 นาที
- เติมนมสดซึ่งละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตและแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตไว้ ลงไปผสมด้วยความเร็วเบอร์ 1 เป็นเวลา 1 นาที
- เติมน้ำลงไปผสมโดยใช้ความเร็วเบอร์ 1 เป็นเวลา 2 นาที (หยุดเครื่องปาดข้างอ่างผสมและก้นอ่างผสมทุก 1/2 นาที)
- นำก้อนแป้งที่ได้มารีดออกเป็นแผ่นบนแผ่นเหล็กที่เตรียมไว้ (รูปที่ 3.2-3.3)
- ใช้พิมพ์กดคุกกี้ตัดแผ่นแป้งออกเป็นขนาดตามพิมพ์ (รูปที่ 3.4)
- ชั่งน้ำหนักของคุกกี้ก่อนอบหน้าเรียงบนถาดวันระยะห่างระหว่างแต่ละชิ้นพอควร
- นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 400 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 12 นาที เมื่อนำออกจากเตาอบวางทิ้งไว้บนตะแกรงพักขนมเป็นเวลา 30 นาที

## 3.3.2.3 วิธีประเมินผล

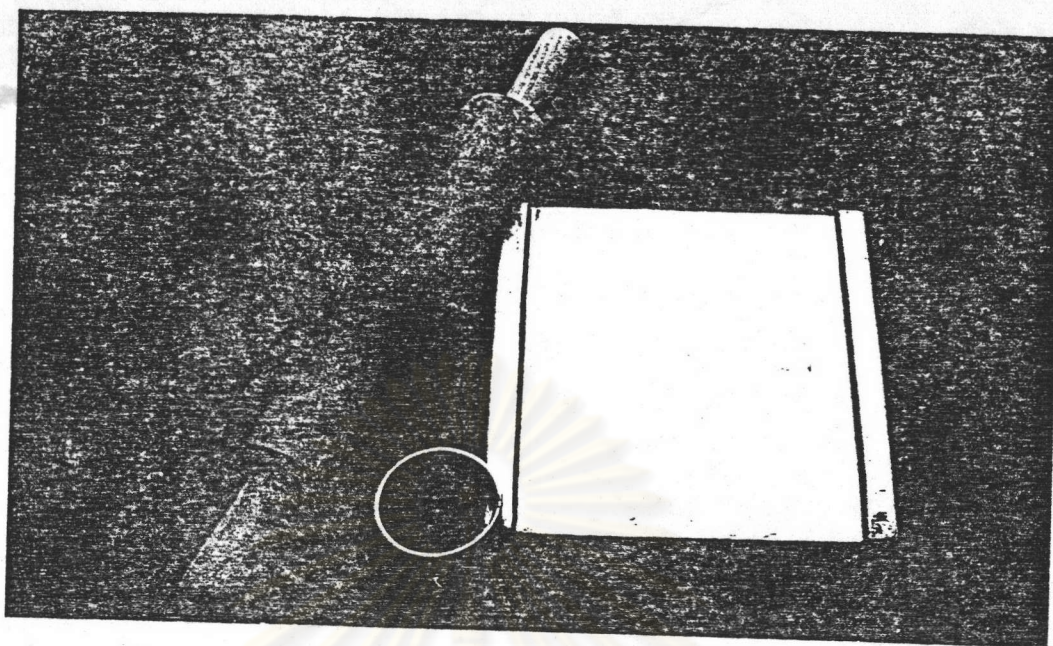
วัดความกว้างและความหนาของคุกกี้จำนวน 6 ชิ้น นำมาคำนวณหา spread factor ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ความกว้าง/ความหนา ของคุกกี้} &= \text{W/T ratio (as is)} \\
 \text{W/T (as is) X C.F}^* &= \text{Adjusted W/T} \\
 \text{Adj W/T X 10} &= \text{Spread factor}
 \end{aligned}$$

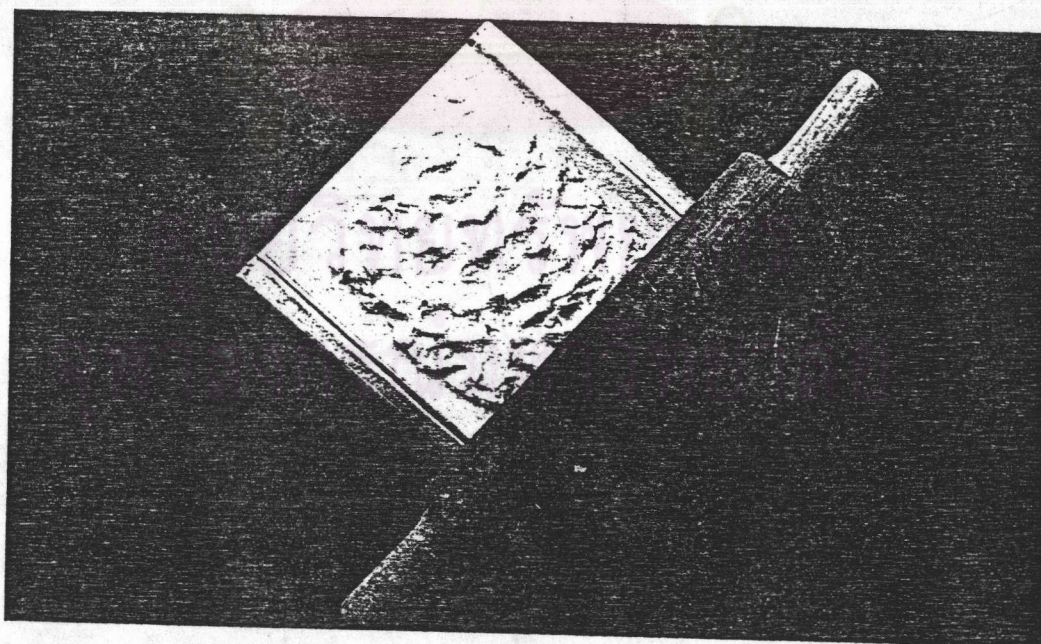
\* C.F = Correction factor เปิดได้จากตาราง ฅ.1 ในภาคผนวก ฅ และเนื่องจากประเทศไทยเป็นพื้นที่ราบอยู่เล็มอระดับน้ำทะเล ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้ค่า C.F. = 1

ในการทดลองนี้ค่า Spread factor จะแสดงในรูปของ W/T ในแต่ละการทดลองจะทำ 2 ครั้ง และนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block Design

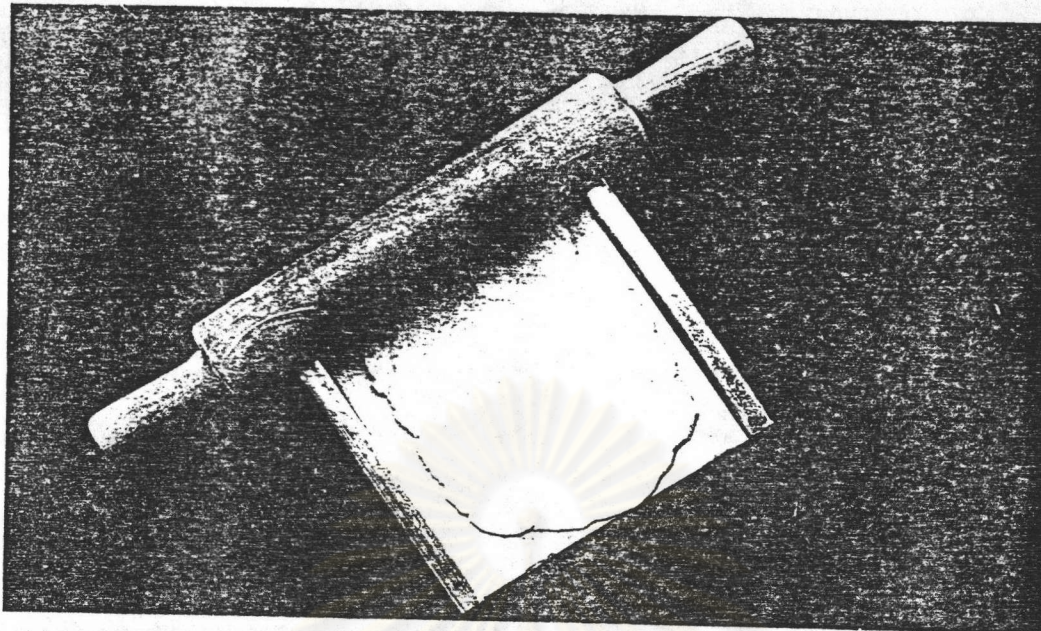
รูปแสดงการทำ Baking Quality of Cookie Flour ตามวิธี AACC 10-50 D



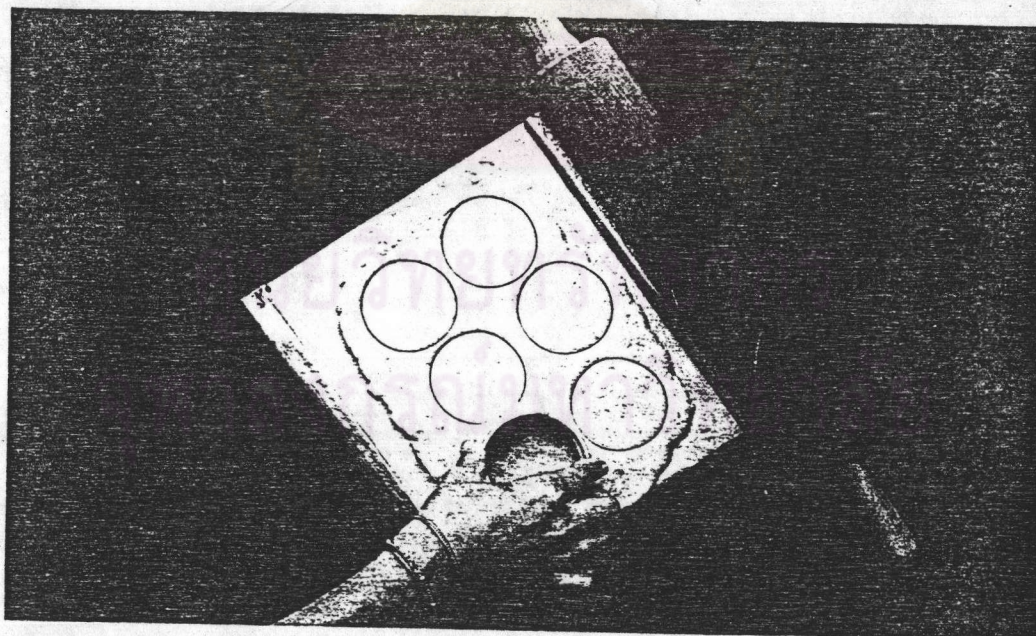
รูปที่ 3.1 : แผ่นเหล็กสำหรับรีดคุกกี้เป็นแผ่นที่ควบคุมความหนาอยู่ในช่วง 7 มิลลิเมตร  
ไม้คัลลิงสำหรับรีดแป้ง ออกเป็นแผ่น และพิมพ์กดคุกกี้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  
60 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.2 : การนำก้อนแป้ง (dough) ที่ผสมได้มารีดออกเป็นแผ่นบนแผ่นเหล็กที่เตรียมไว้



รูปที่ 3.3 : ก้อนแป้ง (dough) ถูกรีตออกเป็นแผ่นที่มีความหนาอยู่ในช่วง 7 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.4 : ใช้พิมพ์กดลูกก็ตัดแผ่นออกเป็นขนาดตามพิมพ์

I16599548

3.4 ทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อคุกกี้จากแป้งลำสาลี และแป้งผสมในระดับการแทนที่ต่าง ๆ ที่ได้ในข้อ 3.3 โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วครั้งละ 15 คน โดยให้ผู้ทดสอบพิจารณาคุณสมบัติทางด้านรูปร่าง สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ดังรายละเอียดที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถามในภาคผนวก ก.1 โดยให้ความเห็นในด้านรูปร่าง : รูปร่างแบนราบไปคะแนน 1 รูปร่างสวยดีคะแนน 2 และรูปร่างนูนไปคะแนน 3, ในด้านสี : สีสดไปคะแนน 1 สีเหลืองสวยกำลังดีคะแนน 2 และสีเข้มไปคะแนน 3, ในด้านรสชาติ : รสชาติอ่อนไปคะแนน 1 รสชาติกลมกล่อมดีคะแนน 2 และรสชาติเข้มข้นไปคะแนน 3, ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส : นุ่มคะแนน 1 กรอบร่วนกำลังดีคะแนน 2 และร่วนไปคะแนน 3, ในด้านการยอมรับ : ชอบมากคะแนน 7 เฉย ๆ คะแนน 4 และไม่ชอบมากคะแนน 1

เกณฑ์การพิจารณา : เลือกพิจารณาแป้งผสมที่มีระดับการแทนที่ต่ำสุด และให้คุกกี้ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นำมาศึกษาผลของ emulsifying agent ที่มีต่อคุณภาพของคุกกี้ และนำแป้งผสมนั้นไปใช้ผลิตคุกกี้ในระดับอุตสาหกรรม

3.5 ศึกษาผลของ emulsifying agent ที่มีต่อคุณภาพของคุกกี้ โดยนำแป้งผสมที่มีระดับการแทนที่ต่ำสุดมาทำ Baking Quality Test ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.3 ซึ่งจะเติม emulsifying agent ลงไปในช่วงของการตีเนยและน้ำตาล

3.5.1 ชนิดของ emulsifying agent ที่เลือกศึกษาได้แก่ sodium stearyl lactylate (SSL), Patco-3 (50% sodium stearyl lactylate+50% calcium stearyl lactylate) และ BV-15 (commercial improver for cookie)

3.5.2 ปริมาณของ emulsifying agent ที่เลือกศึกษามี 4 ระดับคือ 0.1%, 0.3%, 0.5% และ 0.7% (เปอร์เซ็นต์เทียบจากน้ำหนักแป้ง)

การทดลอง วางแผนการทดลองแบบ factorial design (3 x 4) และในแต่ละ treatment combination จะทำ 2 replicates

เกณฑ์การพิจารณา : เลือกพิจารณา emulsifying agent ในระดับที่ให้ค่า spread factor ต่ำสุด เพื่อนำมาใช้ผลิตคุกกี้แป้งผสมในระดับอุตสาหกรรม

### 3.6 การนำแป้งผสมที่มีระดับการแทนที่สูงสุดไปใช้ผลิตคุกกี้ในระดับอุตสาหกรรม

3.6.1 การศึกษาในครั้งนี้เลือกศึกษาการทำคุกกี้จากแป้งผสมโดยใช้วิธี depositing method ด้วยเหตุผลที่ว่า วิธีนี้เหมาะสำหรับที่จะใช้ผลิตคุกกี้จาก non wheat dough (12) และเครื่องมือที่ใช้สามารถนำมาดัดแปลงใช้กับถุงบีบคุกกี้ (pastry bag), กระจบอกคุกกี้ (cookie depositer) หรือการใช้ช้อนตักหยอดซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นหาได้ง่าย รูปที่ 3.5-3.8

3.6.2 สูตรของคุกกี้ที่เลือกนำมาศึกษาในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ คุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง, คุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันปานกลางและคุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันต่ำ เกณฑ์ในการพิจารณาสัดกลุ่มของคุกกี้ดังกล่าวคือ

กลุ่มที่ 1 คุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันต่ำ เลือกพิจารณาคุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันในสูตร  $\leq 65\%$  (เทียบจากน้ำหนักแป้ง)

กลุ่มที่ 2 คุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันปานกลาง เลือกพิจารณาคุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันในสูตรอยู่ในช่วงระหว่าง  $65\% - 75\%$  (เทียบจากน้ำหนักแป้ง)

กลุ่มที่ 3 คุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง เลือกพิจารณาคุกกี้ที่มีส่วนประกอบของไขมันในสูตรมากกว่า  $75\%$  (เทียบจากน้ำหนักแป้ง)

ในแต่ละกลุ่มนั้นเลือกศึกษากลุ่มละ 3 สูตรด้วยกัน สูตรและวิธีทำคุกกี้แต่ละชนิดนั้นแสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.6.3 การผลิตคุกกี้แต่ละชนิดตามข้อ 3.6.2 นั้น จะเลือกใช้ชนิดและระดับของ emulsifying agent ตามที่ได้ศึกษาแล้วในข้อ 3.5 มาเป็นส่วนประกอบของสูตรด้วย


#### 3.6.4 การประเมินผล

ประเมินคุณภาพของคุกกี้ที่ได้โดยทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ดังนี้

3.6.4.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพวัดค่า spread factor ของคุกกี้ที่ได้ โดยใช้ค่า spread factor ของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีที่เป็นมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design

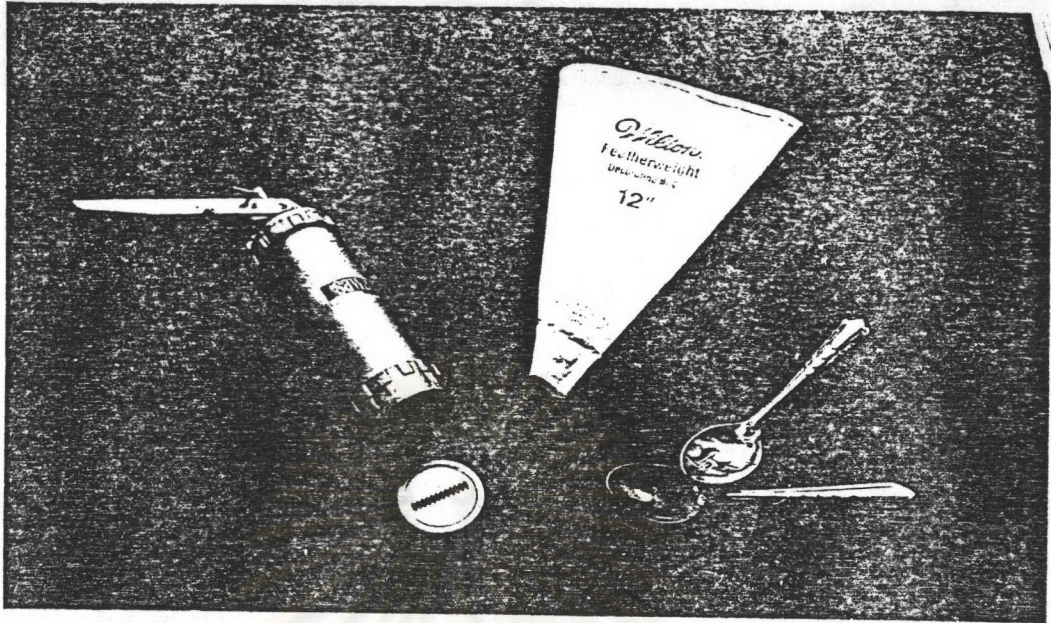


3.6.4.2 คุณสมบัติเกี่ยวกับประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ทดสอบการยอมรับในกลุ่มผู้บริโภค ในด้าน รูปร่าง กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัสและความยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ดังรายละเอียดที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ก.2 โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วครั้งละ 15 คน โดยให้ความเห็นในด้านรูปร่าง: รูปทรงสวยดีคะแนน 2 รูปทรงแบบราบไปคะแนน 1, ในด้าน กลิ่นรส: รสชาติเข้มข้นไปคะแนน 3 รสชาติกลมกล่อมดีคะแนน 2 รสชาติอ่อนไปคะแนน 1, ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส: ร่วนไปคะแนน 3 กรอบร่วนกำลังดีคะแนน 2 นุ่มคะแนน 1, ในด้านความยอมรับ: ชอบมากคะแนน 7 เฉย ๆ คะแนน 4 และไม่ชอบมากคะแนน 1 และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design)

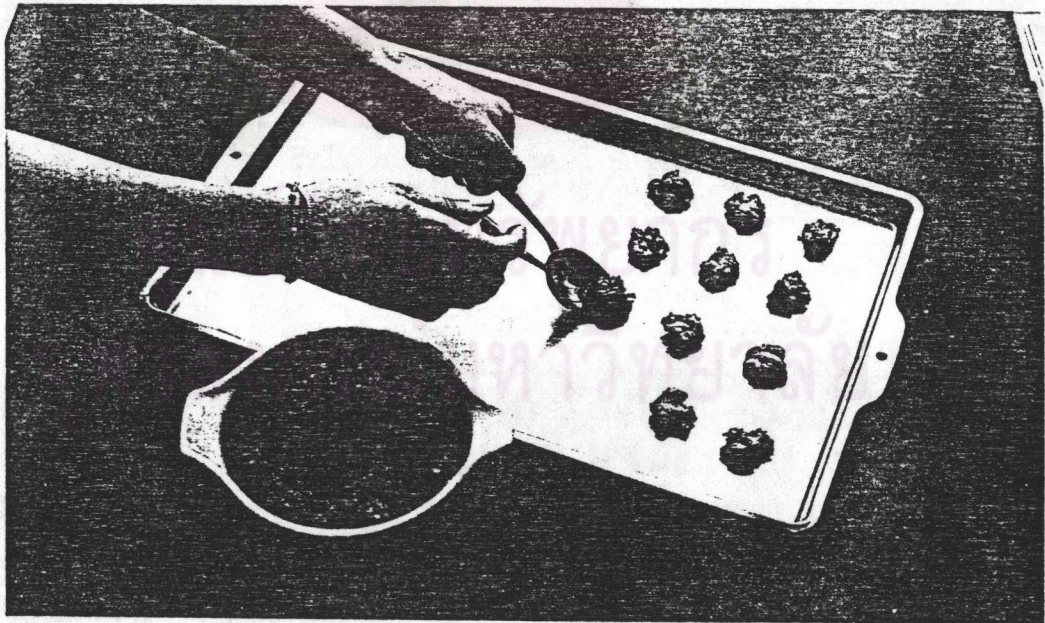


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

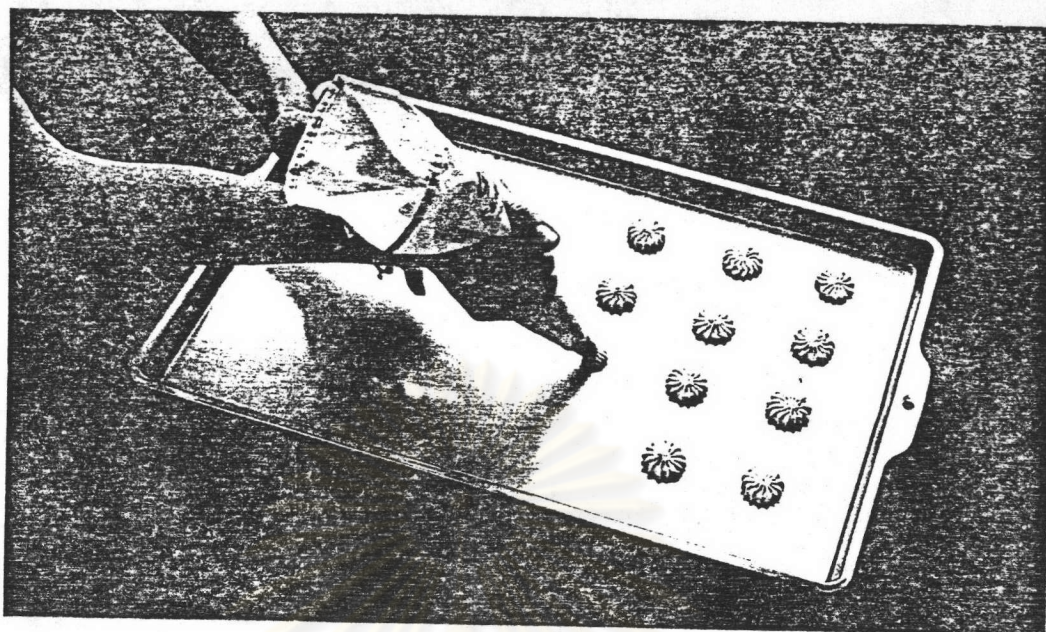
## การทำคุกกี้โดยวิธี depositing method



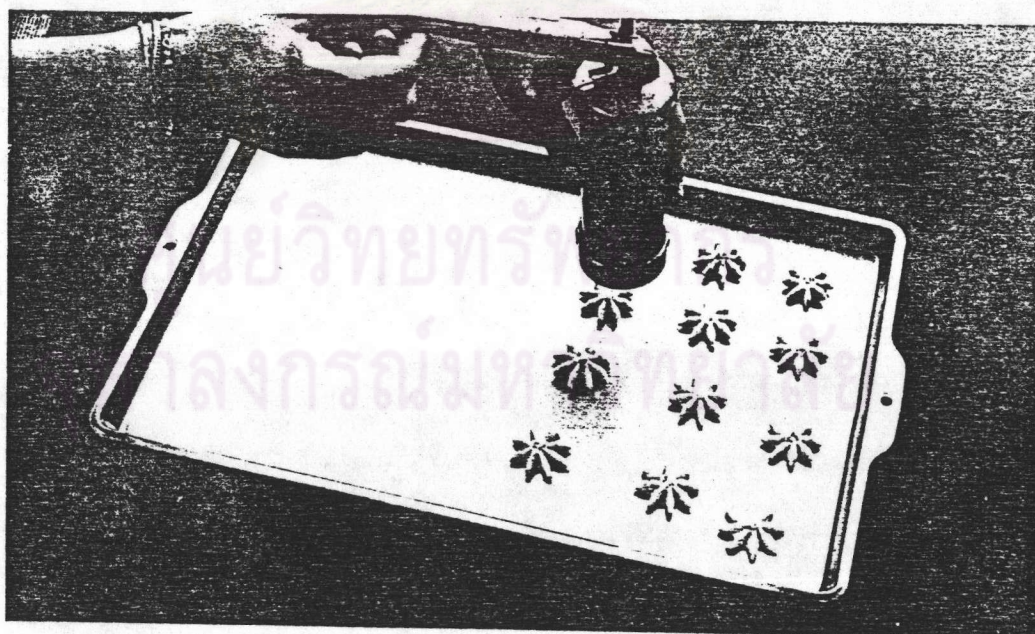
รูปที่ 3.5 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปคุกกี้โดยวิธี depositing method ได้แก่ ช้อน  
 ถุงบีบคุกกี้ (pastry bag) และกระบอกกดคุกกี้ (Cookie depositer)



รูปที่ 3.6 : การทำคุกกี้วิธี depositing method โดยการใช้อ่อนตักหยอด



รูปที่ 3.7 : การทำคุกกี้วิธี depositing method โดยการใส่ถุงบีบคุกกี้



รูปที่ 3.8 การทำคุกกี้วิธี depositing method โดยการใช้กระบอกคุกกี้

### 3.7 ศึกษาอายุการ เก็บของผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาอายุการ เก็บของผลิตภัณฑ์นั้น จะใช้ตุ๊กที่มีไขมันสูงในการศึกษา โดยเลือกพิจารณาภาชนะบรรจุ เช่นเดียวกับการบรรจุตุ๊กที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ได้แก่ ถังพลาสติกชนิด polyethylene, ถังพลาสติกแข็งใสชนิด PVC และกล่องสังกะสี (Tin) แล้วเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน ในช่วงเวลาที่เก็บลุ่มตัวอย่างมาทุก ๆ 1 เดือน เพื่อทดสอบคุณสมบัติทาง subjective และ objective tests ดังนี้

3.7.1 Subjective tests ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน ครั้งละ 15 คน ให้ผู้ทดสอบพิจารณาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะ เนื้อสัมผัส กลิ่นของผลิตภัณฑ์ และความยอมรับ รวมถึงต่อผลิตภัณฑ์ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถาม ในภาคผนวก ก3.

3.7.2 Objective tests วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทาง เคมีของผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

3.7.2.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยวิธีวิเคราะห์ตาม AOAC-14.004(21)

3.7.2.2 วิเคราะห์ค่า Peroxide value โดยวิเคราะห์ตาม AOAC-28.022(21)

การศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษา อายุการ เก็บของตุ๊กจากแป้งผสมเปรียบเทียบกับตุ๊กจากแป้งลำลี ภายใต้สภาวะการ เก็บเดียวกัน

### 3.8 วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของตุ๊กแป้งผสมเทียบกับตุ๊กจากแป้งลำลี

เปรียบเทียบราคาของตุ๊กที่ผลิตจากแป้งผสมและแป้งลำลีล้วน ๆ ว่าแป้งชนิดใดมีราคาถูกกว่ากัน