

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมันเทศสดพันธุ์พื้นเมือง 4 พันธุ์

ได้วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ปริมาณแป้ง ปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณเส้นใยของมันเทศสด 4 พันธุ์ ผลแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของมันเทศสด 4 พันธุ์

พันธุ์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณแป้ง (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ) <sup>2</sup>
เกษตร	71.79 <sub>+2.70</sub>	70.53 <sub>+0.98</sub>	4.21 <sub>+0.03</sub>	0.24 <sub>+0.02</sub>	2.94 <sub>+0.03</sub>	3.27 <sub>+0.12</sub>
กระต่าย	69.38 <sub>+2.40</sub>	64.43 <sub>+0.83</sub>	3.32 <sub>+0.05</sub>	0.15 <sub>+0.01</sub>	2.10 <sub>+0.19</sub>	3.61 <sub>+0.06</sub>
ไข่	72.12 <sub>+1.69</sub>	65.62 <sub>+0.64</sub>	2.48 <sub>+0.04</sub>	0.41 <sub>+0.01</sub>	2.11 <sub>+0.01</sub>	3.54 <sub>+0.09</sub>
ต่อเผือก	67.77 <sub>+3.07</sub>	63.98 <sub>+1.09</sub>	2.44 <sub>+0.04</sub>	0.49 <sub>+0.03</sub>	3.30 <sub>+0.13</sub>	3.43 <sub>+0.06</sub>

1 ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง

2. ผลการสกัดแป้งจากมันเทศพันธุ์พื้นเมือง 4 พันธุ์

โดยสกัดแป้งตามวิธีของ Hamed และคณะ(10) ร้อยละผลผลิตที่ได้แสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ข้อมูลรายละเอียดในขั้นตอนการเตรียมแป้งมันเทศจากสายพันธุ์ต่างกัน

รายละเอียดการทดลอง	พันธุ์เกษตร	พันธุ์กระต่าย	พันธุ์ไข่	พันธุ์ต่อเผือก
น้ำหนักมันเทศต่อหัว(กรัม)	700-900	200-350	250-300	300-400
ขนาดความยาว(ซม.)	15-20	15-20	15-20	15-20
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(ซม.)	8-11	4-6	4-6	4-6
ร้อยละน้ำหนักเปลือก(นน./นน.)	21.11	28.45	30.56	26.89
ร้อยละปริมาณแป้งที่ได้หลังจาก ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh (นน./นน.)	16.44	12.54	12.16	13.66

3. ผลการศึกษาสมบัติของแป้งมันเทศที่เตรียมได้ และสมบัติของแป้งสาลีอเนกประสงค์ที่ใช้ในการทำคุกกี้ทั่วไป

3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศและแป้งสาลี

ได้วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณเส้นใย และปริมาณอะไมโลส ในแป้งมันเทศที่เตรียมได้จากข้อ 2 และแป้งสาลีอเนกประสงค์ ผลแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ เปรียบเทียบกับแป้งสาลี

ชนิดแป้ง	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ) <sup>1</sup>
แป้งมันเทศ พันธุ์เกษตร	6.23 <sub>±0.21</sub>	3.58 <sub>±0.01</sub>	0.21 <sub>±0.02</sub>	2.41 <sub>±0.01</sub>	2.35 <sub>±0.10</sub>	25.73 <sub>±1.55</sub>
แป้งมันเทศ พันธุ์กระจาย	6.10 <sub>±0.11</sub>	2.53 <sub>±0.01</sub>	0.13 <sub>±0.01</sub>	1.63 <sub>±0.01</sub>	2.78 <sub>±0.09</sub>	32.63 <sub>±1.54</sub>
แป้งมันเทศ พันธุ์ไข่	5.20 <sub>±0.20</sub>	2.35 <sub>±0.03</sub>	0.44 <sub>±0.01</sub>	2.32 <sub>±0.04</sub>	2.42 <sub>±0.04</sub>	26.68 <sub>±1.24</sub>
แป้งมันเทศ พันธุ์ต่อเมือก	5.37 <sub>±0.18</sub>	2.99 <sub>±0.01</sub>	0.50 <sub>±0.03</sub>	2.69 <sub>±0.04</sub>	2.71 <sub>±0.10</sub>	28.70 <sub>±1.10</sub>
แป้งสาลี	9.76 <sub>±0.03</sub>	11.05 <sub>±0.03</sub>	0.76 <sub>±0.04</sub>	0.82 <sub>±0.01</sub>	0.86 <sub>±0.08</sub>	25.86 <sub>±1.70</sub>

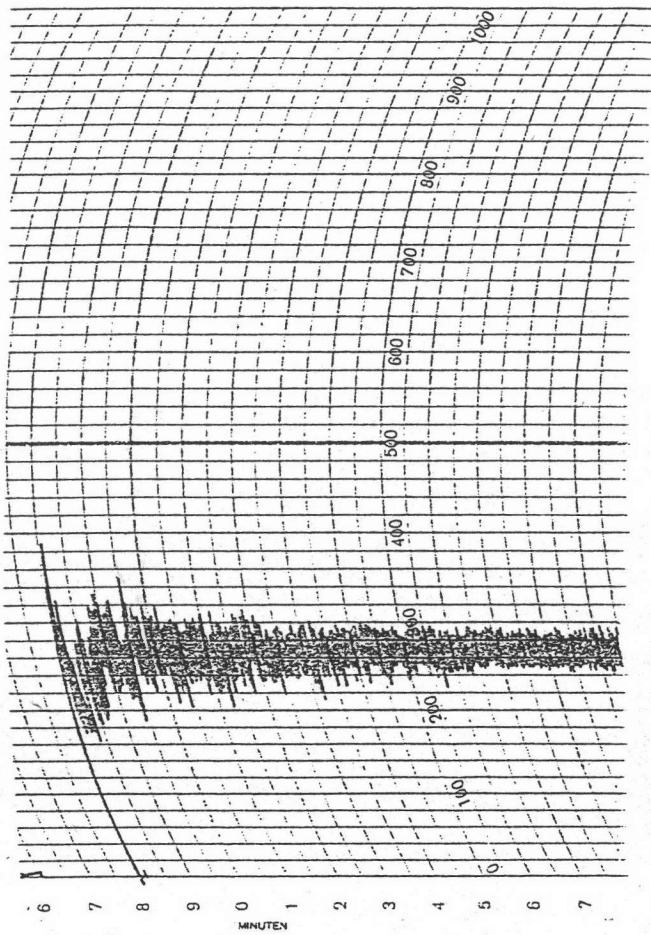
1 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง

### 3.2 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของแป้งมันเทศและแป้งสาลี

3.2.1 ผลการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของแป้งมันเทศทั้ง 4 สายพันธุ์ และแป้งสาลี โดยใช้เครื่อง Brabender Farinograph ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

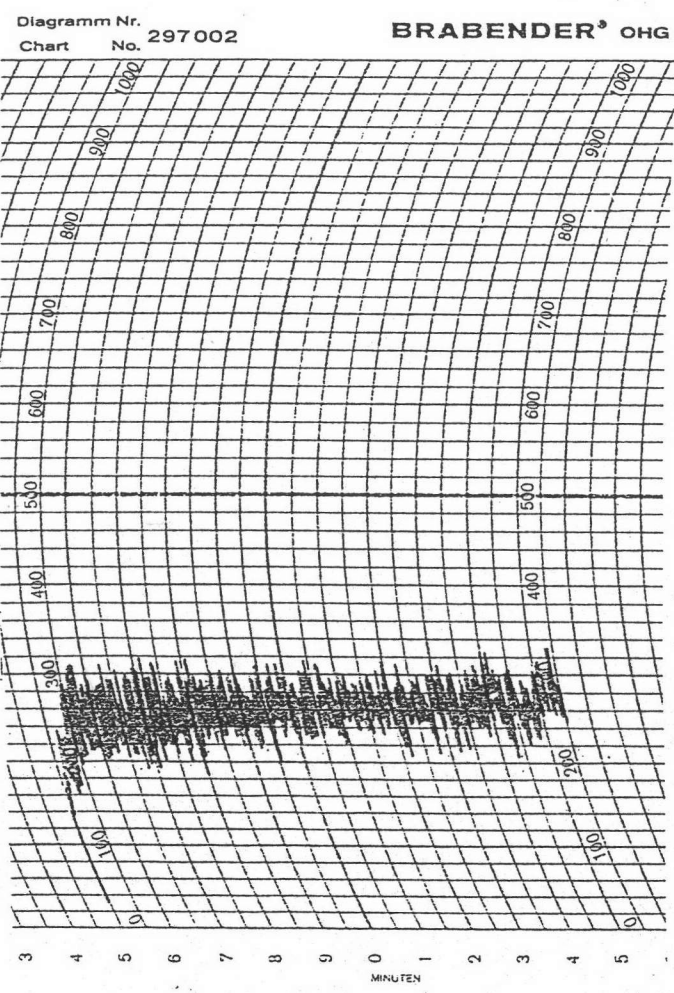
297002

BRABENDER<sup>®</sup> OHG DUISBURG



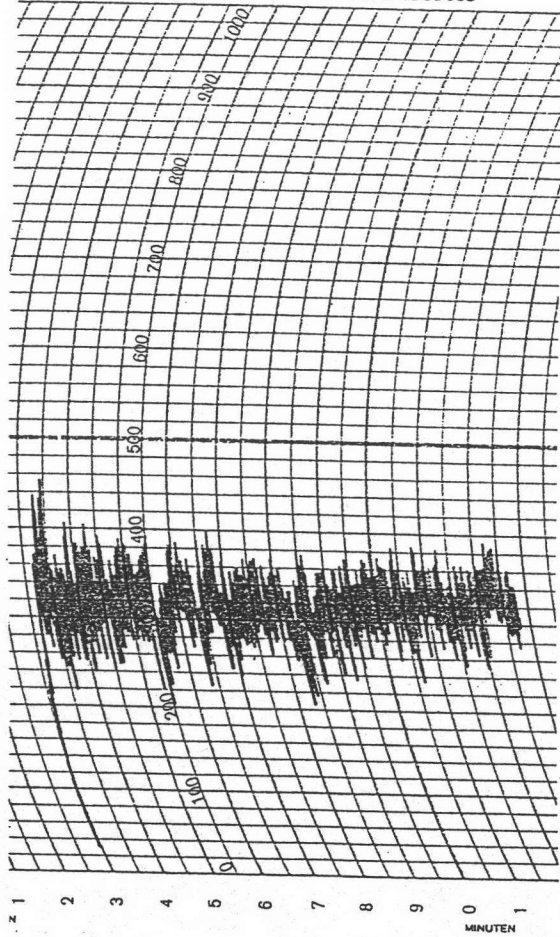
รูปที่ 3 Farinogram ของแป้งมันเทศพันธุ์เพชร





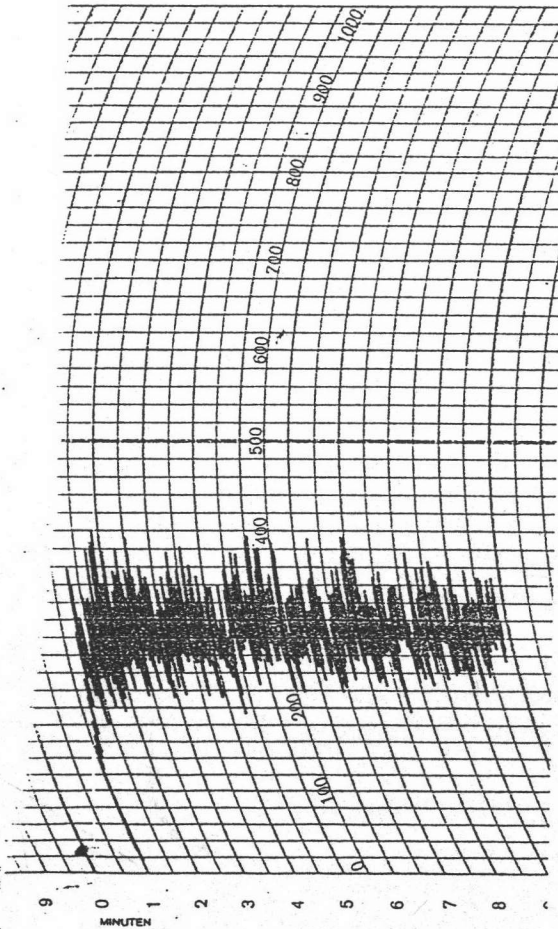
รูปที่ 4 Farinogram ของแป้งมันเทศพันธุ์สุกกระทาย

Iest Germany 4100 Duisburg 1 · Kulturstraße 51-55  
Tel. 0203/73801-0 · Telex 0955ec3

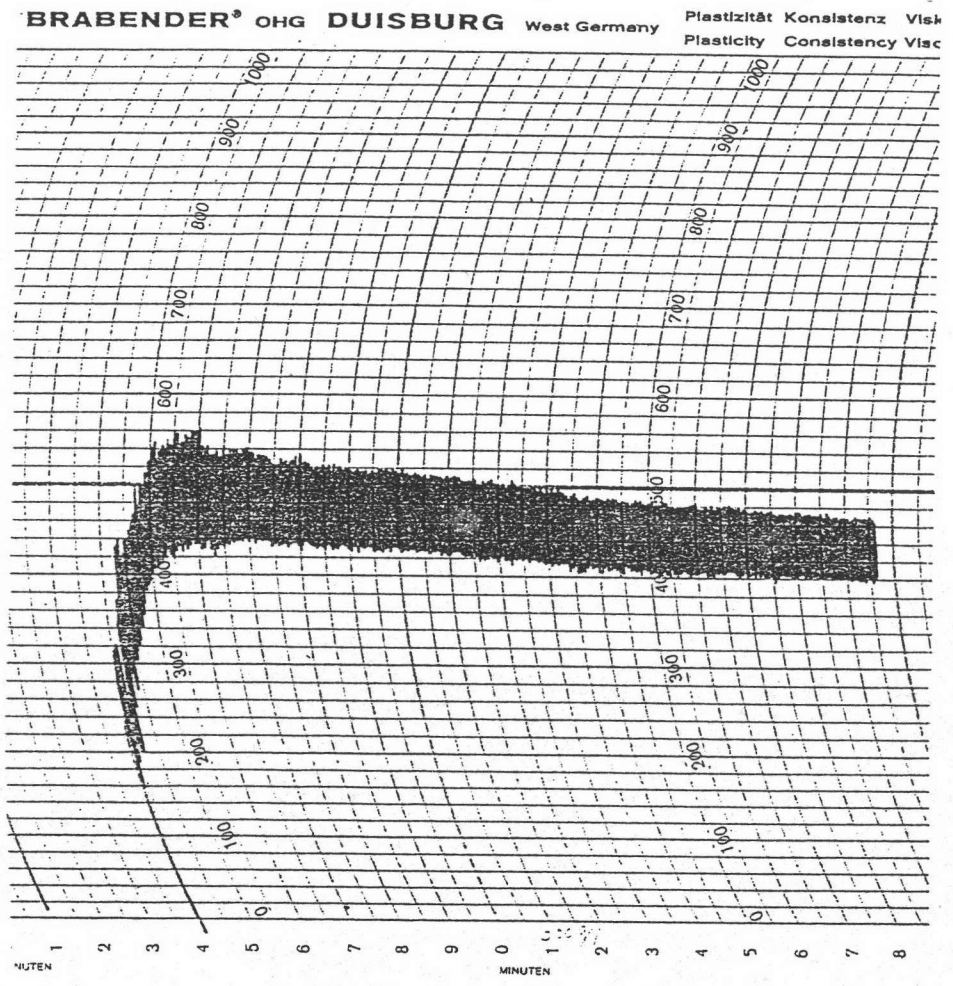


รูปที่ 5 Farinogram ของแป้งมันเทศพันธุ์ไข

BRABENDER® OHG DUISBURG



รูปที่ 6 Facinogram ของแป้งมันเทศมันส์ต่อเปลือก



รูปที่ 7 Farinogram ของแป้งสาลี



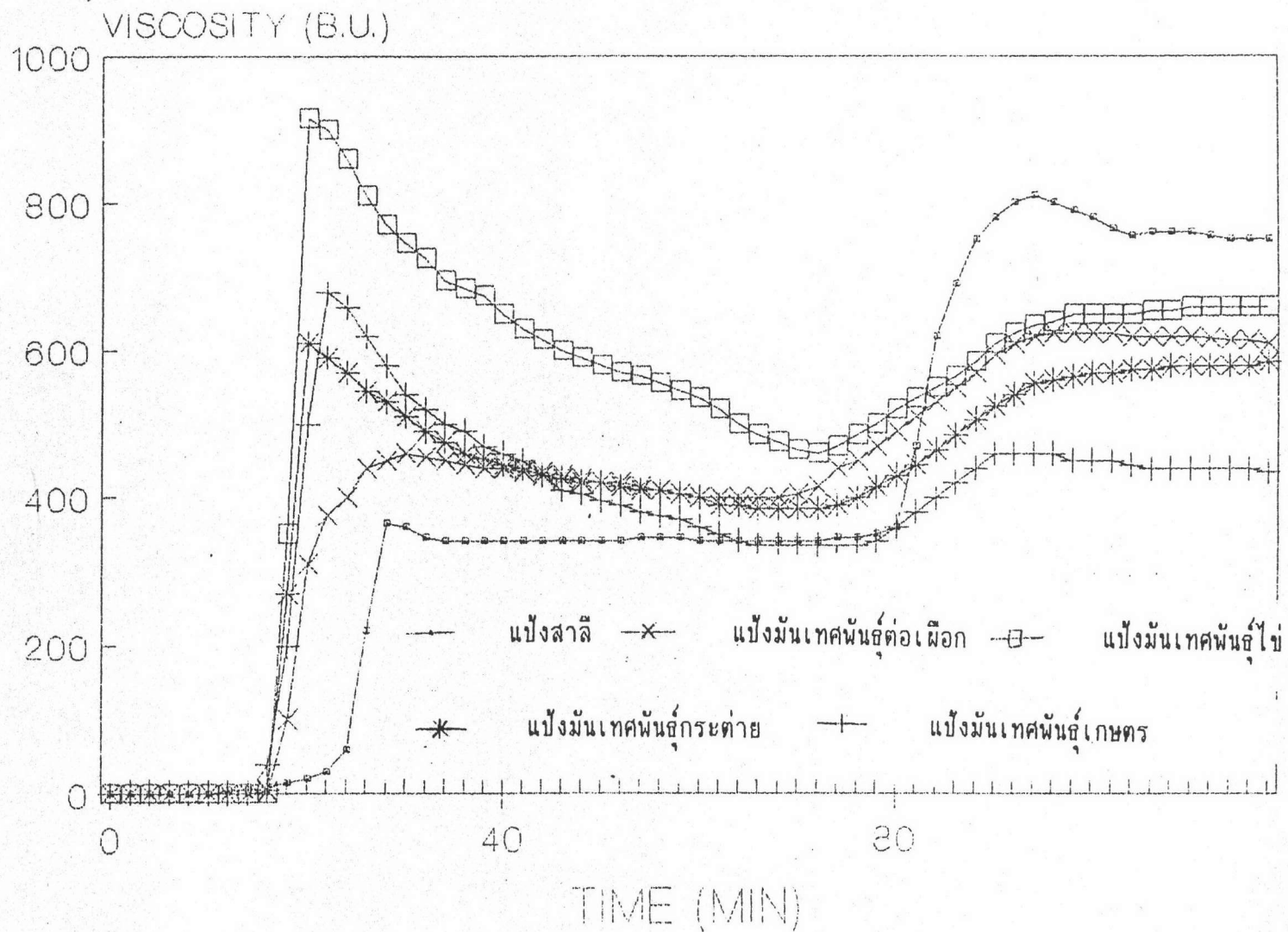
3.2.2 ผลการศึกษาหาความชื้นหนืดและอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งมันเทศและ  
แป้งสาลี โดยใช้เครื่อง Brabender Amylograph ได้ผลแสดงดังตารางที่ 12 และรูปที่ 8

ตารางที่ 12 อุณหภูมิการเกิดเจลและความชื้นหนืดของแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ เปรียบเทียบกับแป้งสาลี

ชนิดแป้ง	อุณหภูมิ การเกิดเจล (°C)	ความหนืดที่ จุดสูงสุด (B.U.) <sup>1</sup>	ความหนืดที่ 95°C, 30 นาที (B.U.) <sup>1</sup>	ความหนืดที่ 50°C (B.U.) <sup>1</sup>
แป้งมันเทศพันธุ์ เกษตร	71.0-84.0	680	540	460
แป้งมันเทศพันธุ์ กระต่าย	75.5-80.0	610	400	525
แป้งมันเทศพันธุ์ ไข่	75.5-81.0	915	535	610
แป้งมันเทศพันธุ์ ต่อเผือก	74.0-95.0	460	400	595
แป้งสาลี	65.0-89.0	365	340	780

1 Brabender Units





รูปที่ 8 Amylogram ของแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ และแป้งสาลี

### 3.3 ผลการศึกษาการทดสอบทำคูกี้จากแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ และแป้งสาลี

โดยนำคูกี้ที่ทำจากแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ และแป้งสาลีจำนวน 6 ชิ้น มาวัดความกว้าง (W) และความหนา (T) แล้วคำนวณค่า spread factor (W/T) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 13 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงดังตาราง จ.1 ในภาคผนวก จ

ตารางที่ 13 ความกว้าง ความหนา และ spread factor ของคูกี้ที่ทำจากแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ และแป้งสาลี

ชนิดแป้ง	ความกว้าง(W)		ความหนา(T)		spread factor		W/T เฉลี่ย
	มม.		มม.		W/T		
	$W_1$	$W_2$	$T_1$	$T_2$	$W_1/T_1$	$W_2/T_2$	
แป้งมันเทศพันธุ์ เกษตร	372.3	374.9	69.5	69.7	5.36	5.38	5.37 <sup>a</sup>
แป้งมันเทศพันธุ์ กระต่าย	378.6	372.9	69.1	69.5	5.48	5.37	5.42 <sup>b</sup>
แป้งมันเทศพันธุ์ ไข่	371.2	375.2	70.2	69.4	5.29	5.40	5.35 <sup>b</sup>
แป้งมันเทศพันธุ์ ต่อเผือก	364.8	376.1	69.0	70.8	5.29	5.31	5.30 <sup>b</sup>
แป้งสาลี	407.1	408.5	69.9	70.8	5.82	5.77	5.80 <sup>a</sup>

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ เปรียบเทียบกับแป้งสาลี พบว่าแป้งมันเทศจะมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าแป้งสาลี แต่จะมีปริมาณเถ้าและเส้นใยสูงกว่าแป้งสาลี ส่วนปริมาณอะไมโลสของแป้งมันเทศและแป้งสาลีจะใกล้เคียงกัน

จากการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพในการเกิด dough ของแป้งมันเทศเปรียบเทียบกับแป้งสาลี โดยใช้ Brabender Farinograph พบว่า Farinogram ของแป้งมันเทศจะแตกต่างจากแป้งสาลีอย่างสิ้นเชิง นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของแป้งโดยใช้ Brabender Amylograph พบว่า อุณหภูมิการเกิดเจลของแป้งมันเทศอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับแป้งสาลี และมีความข้นหนืดสูงกว่าแป้งสาลี

จากการทดสอบทำคูกี้จากแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ เปรียบเทียบกับแป้งสาลี แล้ววัด spread factor ของคูกี้ พบว่า spread factor ของคูกี้จากแป้งมันเทศทุกสายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ spread factor ของคูกี้จากแป้งสาลีที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อพิจารณาแป้งมันเทศในแต่ละสายพันธุ์ พบว่า แป้งมันเทศพันธุ์เกษตรจะมีปริมาณแป้ง ปริมาณโปรตีนสูงกว่าแป้งมันเทศสายพันธุ์อื่น และมีปริมาณอะไมโลสใกล้เคียงกับแป้งสาลี นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงร้อยละปริมาณแป้งที่ได้ พบว่า ร้อยละปริมาณแป้งของมันเทศพันธุ์เกษตรสูงกว่ามันเทศพันธุ์อื่นๆ และมันเทศพันธุ์เกษตรยังมีราคาถูกกว่ามันเทศพันธุ์อื่นอีกด้วย ดังนั้นจึงเลือกแป้งมันเทศพันธุ์เกษตรมาศึกษาการทำคูกี้ขึ้นตอนต่อไป

#### 4. ผลการศึกษาขั้นตอนการทำคูกี้จากแป้งมันเทศสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากข้อ 3

##### 4.1 ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสม

โดยเลือกสูตรของ deposit cookies มาศึกษา 3 สูตร นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคะแนนรวม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ และคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 14 และ 15



ตารางที่ 14 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส  
ของคุกกี้ที่ทำจากแป้งมันเทศ 3 สูตร

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส
สี	1.6647
กลิ่น	0.1205
รสชาติ	8.2097*
ลักษณะเนื้อสัมผัส	20.4772*
คะแนนรวม	17.8669*

ค่า  $F_{(2,22)}$  จากตาราง = 3.44 ( $P < 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 15 คະแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ทำจากแป้งมันเทศ 3 สูตร

สูตร	คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น <sup>ns</sup>	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	คະแนนรวม
	(20)	(30)	(20)	(30)	(100)
1	18.06 <sub>±</sub> 2.35	21.58 <sub>±</sub> 5.33	17.69 <sub>±</sub> 1.97 <sup>a</sup>	21.75 <sub>±</sub> 3.49 <sup>a</sup>	79.09 <sub>±</sub> 7.35 <sup>a</sup>
2	17.92 <sub>±</sub> 1.99	21.83 <sub>±</sub> 5.15	14.00 <sub>±</sub> 2.59 <sup>b</sup>	15.67 <sub>±</sub> 4.38 <sup>b</sup>	69.42 <sub>±</sub> 10.06 <sup>b</sup>
3	18.91 <sub>±</sub> 1.33	21.92 <sub>±</sub> 5.68	15.42 <sub>±</sub> 2.50 <sup>b</sup>	22.67 <sub>±</sub> 2.74 <sup>a</sup>	78.92 <sub>±</sub> 8.63 <sup>a</sup>

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากผลการทดลอง สูตรที่ 1 จะมีคະแนนเฉลี่ยในด้านรสชาติดีกว่าสูตรที่ 2 และ 3 ส่วนในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และคະแนนเฉลี่ยรวม สูตรที่ 1 จะมีคະแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรที่ 2 และดีกว่าสูตรที่ 3 ส่วนในด้านสีและกลิ่นนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 สูตร ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 1 มาศึกษาการทำคุกกี้ขั้นตอนต่อไป

#### 4.2 ผลการปรับปรุงคุณภาพของคุกกี้ที่ทำจากแป้งมันเทศ

จากสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 4.1 นำมาปรับปรุงคุณภาพ โดยศึกษาผลของไขมันและสารให้กลิ่นรสที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้

##### 4.2.1 ผลการศึกษาผลของไขมันที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้

โดยแปรปริมาณ shortening 3 ระดับ คือ ร้อยละ 55, 60 และ 65 (คิดเทียบจากน้ำหนักแป้ง) ผลจากการวัด spread factor ของคุกกี้ ได้ผลแสดงใน

ตารางที่ 16 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงในตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 17 และ 18

ตารางที่ 16 ความกว้าง ความหนา และ spread factor ของคุกกี้ที่ทำจากแป้งมันเทศ เมื่อแปรปริมาณ shortening ที่ระดับต่างๆ

ปริมาณ shortening (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ความกว้าง(W)		ความหนา(T)		spread factor		W/T เฉลี่ย <sup>ns</sup>
	مم.		مم.		W/T		
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> /T <sub>1</sub>	W <sub>2</sub> /T <sub>2</sub>	
55	370.8	369.0	54.0	54.6	6.86	6.76	6.81
60	372.3	375.9	54.7	54.4	6.81	6.78	6.80
65	374.5	377.1	54.5	55.3	6.87	6.82	6.85

1 ร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 17 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส  
ของคุกกี้ เมื่อแปรปริมาณ shortening ที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส
สี	1.8405
กลิ่น	0.8880
รสชาติ	6.0817*
ลักษณะเนื้อสัมผัส	4.5143*
คะแนนรวม	9.1055*

ค่า  $F_{(2,22)}$  จากตาราง = 3.44 ( $P < 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



ตารางที่ 18 คยแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ เมื่อแปรปริมาณ shortening ที่ระดับต่างๆ

ปริมาณ shortening	คยแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>a</sup> (20)	กลิ่น <sup>a</sup> (30)	รสชาติ (20)	ลักษณะเนื้อสัมผัส (30)	คยแนนรวม (100)
55	16.33 <sub>±</sub> 3.17	23.25 <sub>±</sub> 4.09	14.42 <sub>±</sub> 3.20 <sup>b</sup>	23.25 <sub>±</sub> 3.57 <sup>b</sup>	79.13 <sub>±</sub> 10.97 <sup>b</sup>
60	17.41 <sub>±</sub> 2.49	24.33 <sub>±</sub> 4.81	17.42 <sub>±</sub> 1.31 <sup>a</sup>	25.58 <sub>±</sub> 4.08 <sup>a</sup>	84.75 <sub>±</sub> 9.34 <sup>a</sup>
65	17.00 <sub>±</sub> 2.59	24.17 <sub>±</sub> 4.74	17.50 <sub>±</sub> 3.70 <sup>a</sup>	26.58 <sub>±</sub> 3.42 <sup>a</sup>	85.25 <sub>±</sub> 11.50 <sup>a</sup>

1 ร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการวัด spread factor ของคุกกี้ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันในระดับที่สูงขึ้น spread factor ของคุกกี้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คุกกี้ที่ใช้ปริมาณ shortening ที่ระดับร้อยละ 55 จะมีคยแนนเฉลี่ยในด้านรสชาติและคยแนนรวมต่ำกว่าคุกกี้ที่ใช้ shortening ที่ระดับร้อยละ 60 และ 65 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คุกกี้ที่ใช้ปริมาณ shortening ที่ระดับร้อยละ 60 และ 65 จะมีคยแนนเฉลี่ยในด้านรสชาติและคยแนนรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคยแนนเฉลี่ยในด้านสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกระดับของปริมาณ shortening ดังนั้นจึงเลือก shortening ระดับร้อยละ 60 ซึ่งเป็นปริมาณน้อยสุดไปศึกษาในขั้นต่อไป

#### 4.2.2 ผลการศึกษาผลของสารให้กลิ่นรสที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้

โดยแปรปริมาณสารให้กลิ่นรสเนย (butter flavor) ร้อยละ 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 (คิดเทียบจากน้ำหนักแป้ง) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและคะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลแสดงในตารางที่ 19 และ 20

ตารางที่ 19 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของคุกกี้ เมื่อแปรปริมาณกลิ่นรสเนยที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส
สี	0.0162
กลิ่น	7.4348*
รสชาติ	0.1323
ลักษณะเนื้อสัมผัส	1.2512
คะแนนรวม	3.8490*

ค่า  $F_{(3,33)}$  จากตาราง = 2.90 ( $P < 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



ตารางที่ 20 คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกี้ เมื่อแปรปริมาณกลิ่นรสเนยระดับต่างๆ

ปริมาณ กลิ่นรสเนย (ร้อยละ) <sup>1</sup>	คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>a</sup> (20)	กลิ่น (30)	รสชาติ <sup>a</sup> (20)	ลักษณะเนื้อสัมผัส <sup>a</sup> (30)	คະแนนรวม (100)
0.3	18.25 <sub>±</sub> 2.53	22.33 <sub>±</sub> 5.94 <sup>b</sup>	17.54 <sub>±</sub> 1.84	25.17 <sub>±</sub> 3.97	83.29 <sub>±</sub> 9.75 <sup>b</sup>
0.4	18.29 <sub>±</sub> 1.73	24.25 <sub>±</sub> 5.85 <sup>b</sup>	17.13 <sub>±</sub> 2.96	26.21 <sub>±</sub> 3.03	85.88 <sub>±</sub> 9.32 <sup>a,b</sup>
0.5	18.25 <sub>±</sub> 1.25	26.87 <sub>±</sub> 3.83 <sup>a</sup>	17.46 <sub>±</sub> 2.40	26.88 <sub>±</sub> 2.39	89.46 <sub>±</sub> 7.30 <sup>a</sup>
0.6	18.16 <sub>±</sub> 1.68	26.92 <sub>±</sub> 2.89 <sup>a</sup>	17.13 <sub>±</sub> 2.47	26.75 <sub>±</sub> 2.02	88.96 <sub>±</sub> 7.44 <sup>a</sup>

1 ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากผลการทดลอง เมื่อใช้ปริมาณสารให้กลิ่นรสเนยระดับต่างๆ คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆระดับของปริมาณสารให้กลิ่นรสเนย ส่วนคະแนนเฉลี่ยในด้านกลิ่น และคະแนนรวมจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คูกี้ที่ใช้ปริมาณสารให้กลิ่นรสเนยที่ระดับร้อยละ 0.3 และ 0.4 มีคະแนนเฉลี่ยในด้านกลิ่นต่ำกว่าคูกี้ที่ใช้ปริมาณสารให้กลิ่นรสเนยที่ระดับร้อยละ 0.5 และ 0.6 แต่คະแนนเฉลี่ยในด้านกลิ่นที่ระดับร้อยละ 0.5 และ 0.6 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้น จึงเลือกปริมาณสารให้กลิ่นรสที่ระดับร้อยละ 0.5 ซึ่งเป็นปริมาณน้อยสุดที่ได้คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาศึกษาขั้นตอนต่อไป

5. ผลการศึกษาขั้นตอนการทำคุกกี้น้ำหนักตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีการทำขนมปังของ FAO

5.1 ผลการศึกษาหาปริมาณแป้งที่เหมาะสมในการทำเป็น paste

แปรปริมาณแป้งที่ใช้ในการทำเป็น paste ร้อยละ 2.0, 2.5 และ 3.0

(คิดเทียบจากน้ำหนักแป้ง) ผลการวัด spread factor ของคุกกี้น้ำหนักแสดงในตารางที่ 21 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงดังตารางที่ จ.3 ผลการวัด dough consistency แสดงในรูปที่ 9-13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 22 และ 23

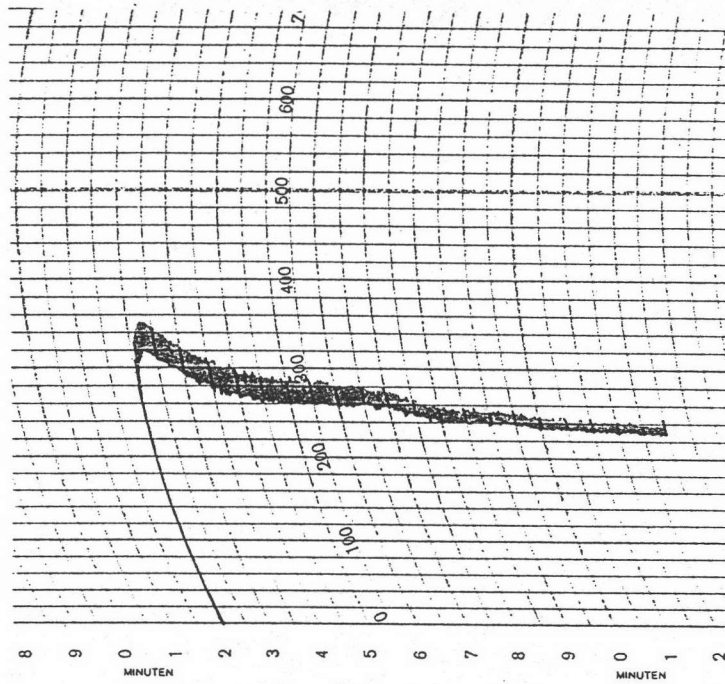
ตารางที่ 21 ความกว้าง ความหนา และ spread factor ของคุกกี้น้ำหนักที่ทำจากแป้งมันเทศ เมื่อแปรปริมาณแป้งที่ใช้การทำเป็น paste ที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับ spread factor ของคุกกี้น้ำหนักจากแป้งสาลี

คุกกี้น้ำหนักจากแป้งมันเทศ เมื่อแปรปริมาณแป้ง (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ความกว้าง (W)		ความหนา (T)		spread factor		W/T เฉลี่ย <sup>ns</sup>
	มม.		มม.		W/T		
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> /T <sub>1</sub>	W <sub>2</sub> /T <sub>2</sub>	
2.0	362.7	368.4	58.4	60.8	6.21	6.06	6.14
2.5	364.5	366.0	58.6	60.5	6.22	6.05	6.14
3.0	364.5	366.6	58.2	59.8	6.26	6.13	6.20
คุกกี้น้ำหนักจากแป้งสาลี	395.2	391.5	59.8	61.7	6.60	6.35	6.48

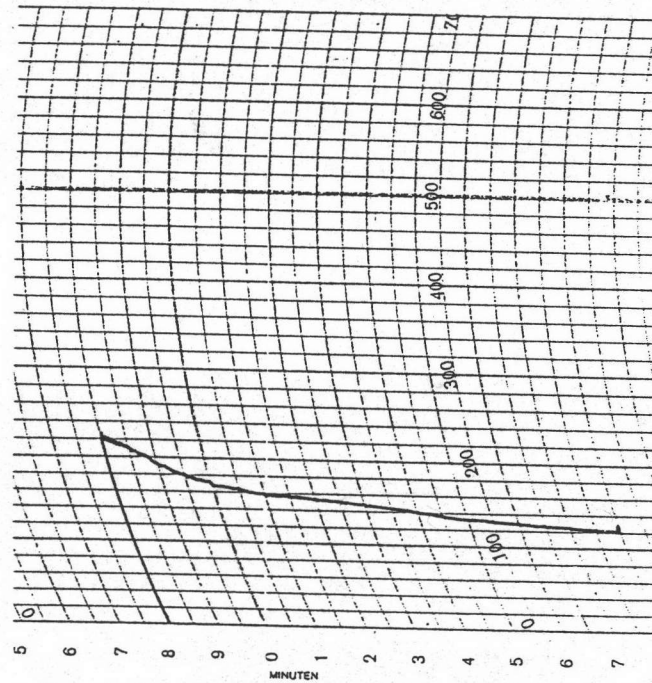
1 ร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

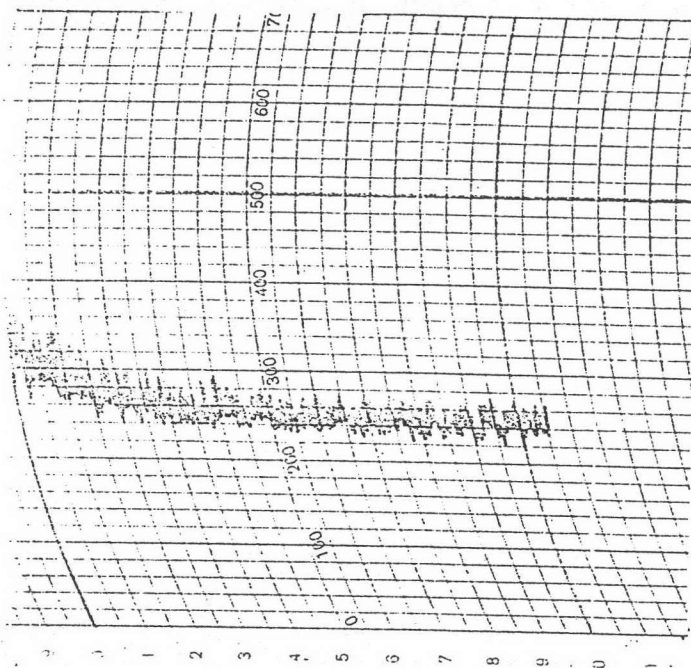




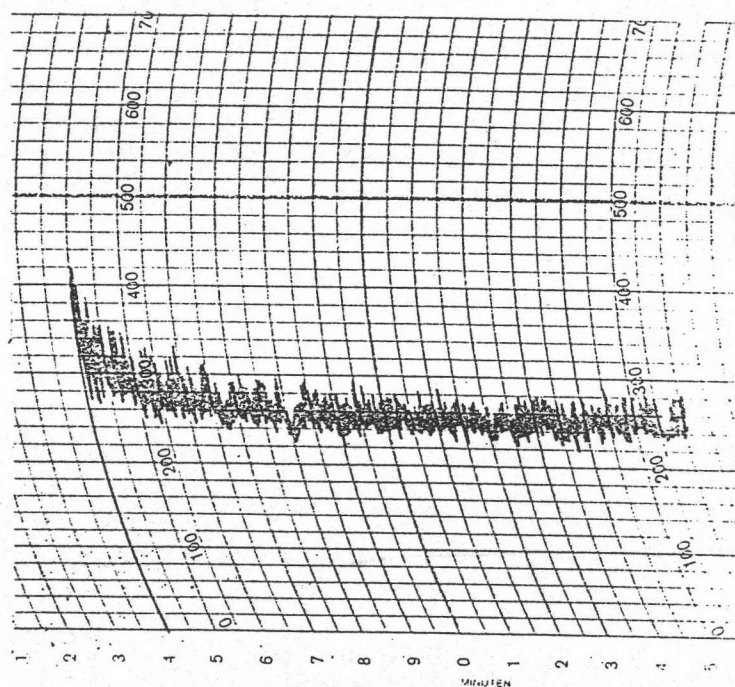
รูปที่ 9 Farinogram ของ cookie dough ที่ทำจากแป้งสาลี



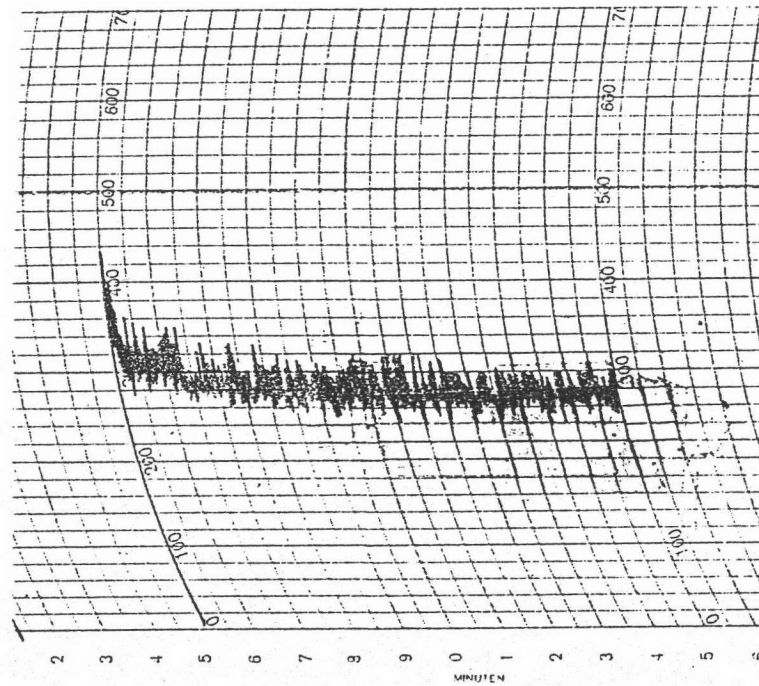
รูปที่ 10 Farinogram ของ cookie dough ที่ทำจากแป้งมันเทศ โดยใช้ขั้นตอนการทำคกกับแบบปกติ



รูปที่ 11 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณแป้งมันเทศ  
ในการทำเป็น paste ร้อยละ 2.0



รูปที่ 12 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณแป้งมันเทศ  
ในการทำเป็น paste ร้อยละ 2.5



รูปที่ 13 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณแป้งมันเทศ  
ในการทำเป็น paste ร้อยละ 3.0

ตารางที่ 22 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส  
ของคูกี้ เมื่อแปรปริมาณแป้งที่ใช้ในการทำเป็น paste ที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส
สี	1.6186
กลิ่น	0.5112
รสชาติ	1.7179
ลักษณะเนื้อสัมผัส	1.6872
คะแนนรวม	1.3220

ค่า  $F_{(3,33)}$  จากตาราง = 2.90 ( $P < 0.05$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ตารางที่ 23 คยแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ เมื่อแปรปริมาณแป้งที่ใช้ในการทำ เป็น paste ที่ระดับต่างๆ

ปริมาณแป้ง (ร้อยละ) <sup>1</sup>	คยแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>ns</sup> (20)	กลิ่น <sup>ns</sup> (30)	รสชาติ <sup>ns</sup> (20)	ลักษณะเนื้อสัมผัส <sup>ns</sup> (30)	คยแนนรวม <sup>ns</sup> (100)
2.0	18.17 <sub>±</sub> 2.29	25.58 <sub>±</sub> 3.50	17.42 <sub>±</sub> 1.44	22.33 <sub>±</sub> 3.13	83.50 <sub>±</sub> 6.69
2.5	18.13 <sub>±</sub> 2.15	25.58 <sub>±</sub> 3.42	18.08 <sub>±</sub> 1.31	22.00 <sub>±</sub> 6.19	83.79 <sub>±</sub> 9.50
3.0	17.63 <sub>±</sub> 2.81	25.95 <sub>±</sub> 3.36	17.63 <sub>±</sub> 1.77	20.04 <sub>±</sub> 6.39	81.25 <sub>±</sub> 9.55

1 ร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากการวัด consistency ของ dough พบว่า consistency ของ dough ที่ได้จากการนำแป้งบางส่วนไปทำ paste จะสูงกว่า dough ที่ไม่ได้นำแป้งบางส่วนไปทำ paste และมี dough consistency ใกล้เคียงกับ cookie dough ของแป้งสาลี

ผลการวัด spread factor ของคุกกี้ พบว่า spread factor ของคุกกี้ที่ได้จากการนำแป้งมาทำเป็น paste ทุกระดับ จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ spread factor ของคุกกี้จากแป้งสาลีที่ระดับความชื้นแป้งร้อยละ 95

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ทุกระดับของปริมาณแป้งที่นำมาทำเป็น paste คุกกี้ที่ได้จะไม่มี ความแตกต่างทางสถิติในทุกๆ ด้านของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนั้นจึงเลือกปริมาณแป้งที่ระดับร้อยละ 3 ซึ่งเป็นระดับสูงสุด เพื่อที่จะใช้ปริมาณแป้งในการทำเป็น paste ให้ได้มากขึ้น แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแน่น และแห้ง ดังนั้นจึงทดลองปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมน้ำ

5.2 ผลการศึกษาการเติมน้ำที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อใช้ขั้นตอนการทำคุกกี้นำแป้งบางส่วนไปทำ paste

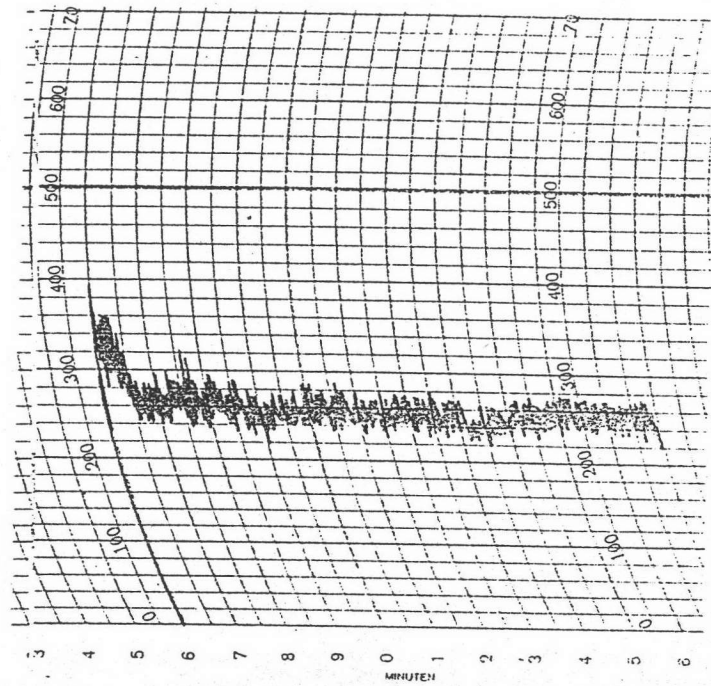
แปรปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มในสูตรร้อยละ 1, 3 และ 5 (คิดเทียบจากน้ำหนักแป้ง) โดยเติมน้ำลงในขั้นตอนการผสมขั้นตอนเดียวกับการเติมน้ำและกลิ่นรส ผลการวัด spread factor ของคุกกี้นแสดงดังตารางที่ 24 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงดังตารางที่ จ.4 dough consistency ของคุกกี้นแสดงในรูปที่ 14, 15 และ 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 25 และ 26

ตารางที่ 24 ความกว้าง ความหนา และ spread factor ของคุกกี้นที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศบางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปรปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มในสูตรระดับต่างๆ

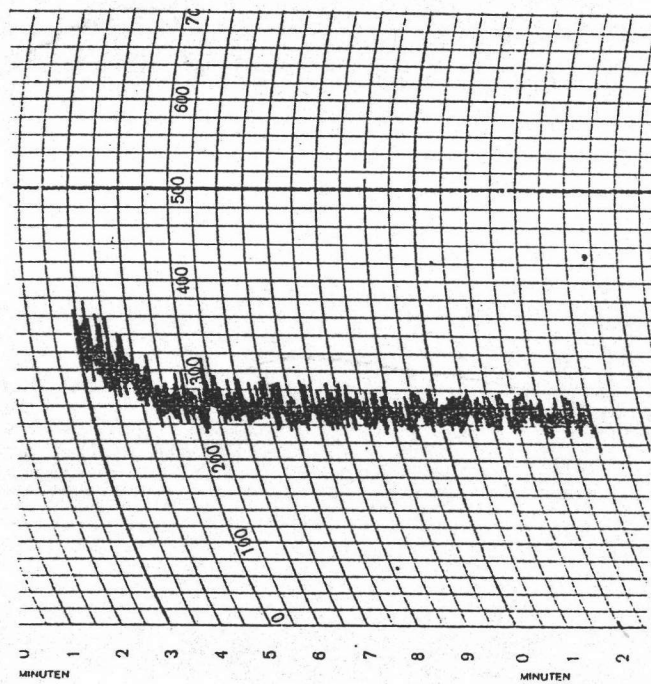
ปริมาณน้ำ ที่เติมเพิ่มในสูตร (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ความกว้าง(W)		ความหนา(T)		spread factor		W/T เฉลี่ย <sup>ns</sup>
	มม.		มม.		W/T		
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> /T <sub>1</sub>	W <sub>2</sub> /T <sub>2</sub>	
1	365.7	366.6	58.7	60.4	6.23	6.07	6.15
3	364.7	367.8	58.3	60.1	6.26	6.12	6.19
5	369.3	372.0	58.7	59.6	6.29	6.24	6.27

1 ร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง

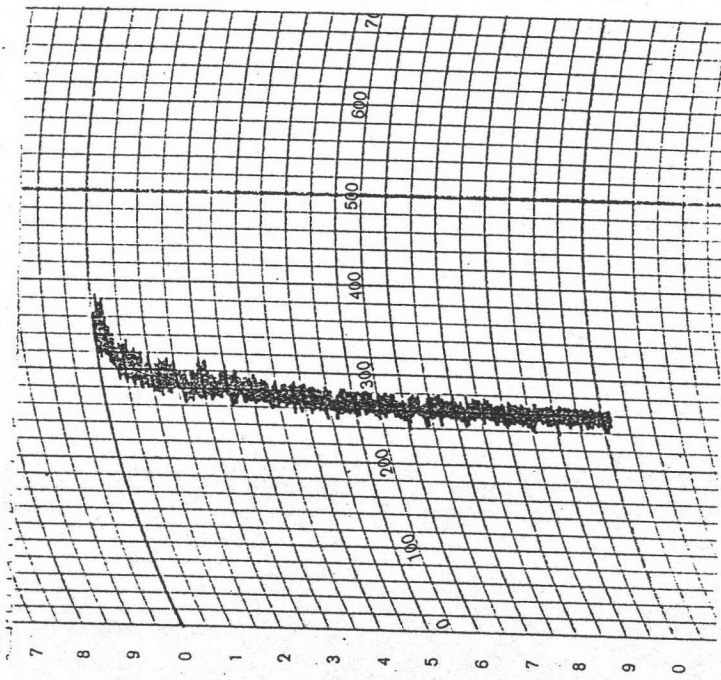
ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



รูปที่ 14 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณน้ำเติมเพิ่มในสูตร ร้อยละ 1



รูปที่ 15 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณน้ำเติมเพิ่มในสูตร ร้อยละ 3



รูปที่ 16 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณน้ำเติมเพิ่มในสูตร ร้อยละ 5



ตารางที่ 25 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ  
 คูกี้ที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศบางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปร  
 ปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มในสูตรระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส
สี	0.3793
กลิ่น	0.3734
รสชาติ	0.4918
ลักษณะเนื้อสัมผัส	4.2046*
คะแนนรวม	3.5110*

ค่า  $F_{(2,22)}$  จากตาราง = 3.44 ( $P < 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



ตารางที่ 26 คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศบางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปรปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มในสูตรระดับต่างๆ

ปริมาณน้ำ ที่เติมเพิ่ม (ร้อยละ) <sup>1</sup>	คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>a</sup>	กลิ่น <sup>a</sup>	รสชาติ <sup>a</sup>	ลักษณะเนื้อสัมผัส	คະแนนรวม
	(20)	(30)	(20)	(30)	(100)
1	18.67 <sub>±</sub> 1.67	27.42 <sub>±</sub> 2.87	18.00 <sub>±</sub> 1.54	24.00 <sub>±</sub> 4.71 <sup>a</sup>	88.09 <sub>±</sub> 5.66 <sup>a</sup>
3	18.50 <sub>±</sub> 1.62	27.08 <sub>±</sub> 3.32	17.75 <sub>±</sub> 2.22	24.08 <sub>±</sub> 3.99 <sup>a</sup>	87.42 <sub>±</sub> 7.95 <sup>a</sup>
5	18.33 <sub>±</sub> 1.56	27.17 <sub>±</sub> 3.35	18.17 <sub>±</sub> 1.59	21.08 <sub>±</sub> 5.26 <sup>b</sup>	84.75 <sub>±</sub> 5.63 <sup>b</sup>

1 ร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการวัด dough consistency โดยใช้ Brabender Farinograph พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ consistency ของ dough จะไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก จากผลการวัด spread factor ของคุกกี้ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ spread factor ของคุกกี้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อเติมน้ำเพิ่มในสูตรทุกระดับ คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น และรสชาติ จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและคະแนนรวม พบว่า คุกกี้ที่เติมน้ำเพิ่มระดับร้อยละ 1 และ 3 จะมีคະแนนเฉลี่ยสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคุกกี้ที่เติมน้ำเพิ่มที่ระดับ

ร้อยละ 5 แต่คุกกี้นี้ได้ก็ยังมีเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี จึงต้องปรับปรุงคุณภาพในขั้นต่อไป ดังนั้น จึงเลือกปริมาณน้ำที่ระดับร้อยละ 1 ซึ่งเป็นปริมาณน้อยสุด มาศึกษาขั้นต่อไป

5.3 ผลการศึกษาผลของไขมันที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อใช้ขั้นตอนการทำคุกกี้นำแป้งบางส่วนมาทำ paste

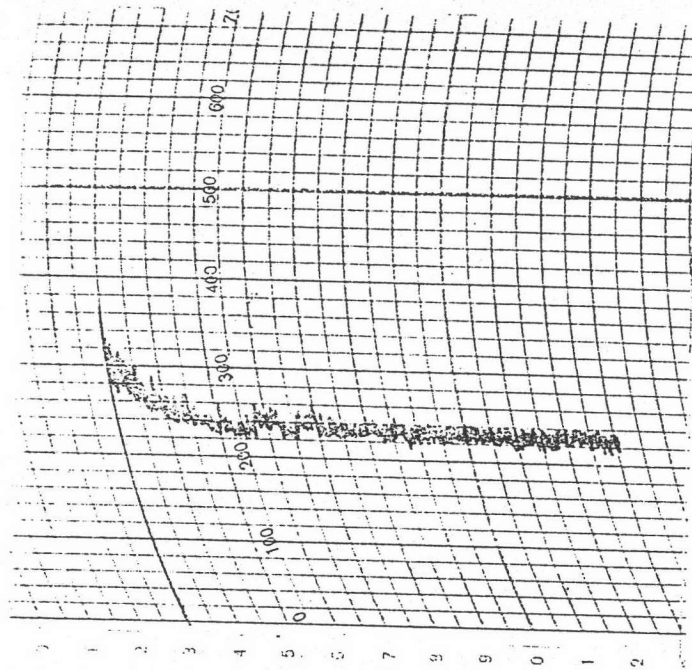
แปรปริมาณ shortening ร้อยละ 65, 70 และ 75 (คิดเทียบจากน้ำหนักแป้ง) ผลการวัด spread factor ของคุกกี้นี้แสดงดังตารางที่ 27 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงดังตารางที่ ๖.5 ผลการวัด dough consistency แสดงในรูปที่ 17, 18 และ 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 28 และ 29

ตารางที่ 27 ความกว้าง ความหนา และ spread factor ของคุกกี้นี้ที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศบางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปรปริมาณ shortening ระดับต่างๆ

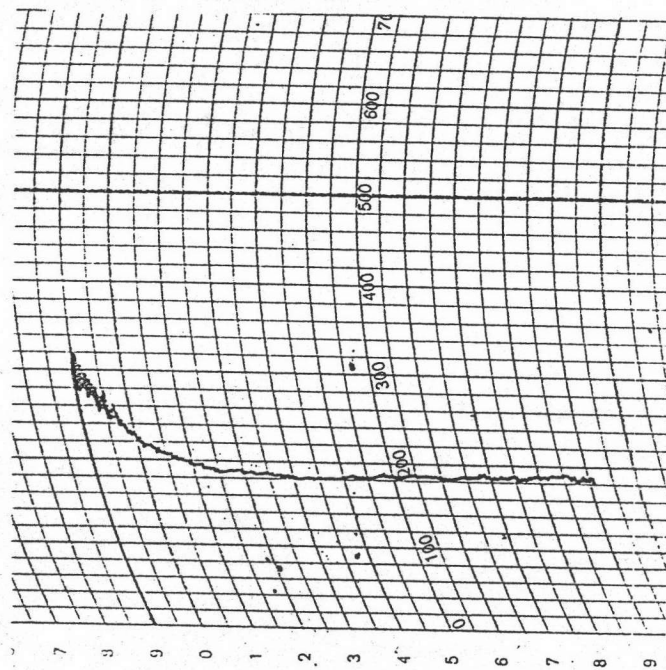
ปริมาณ shortening (ร้อยละ) <sup>1</sup>	ความกว้าง(W)		ความหนา(T)		spread factor		W/T เฉลี่ย <sup>ns</sup>
	มม.	มม.	มม.	มม.	W/T	W/T	
	$W_1$	$W_2$	$T_1$	$T_2$	$W_1/T_1$	$W_2/T_2$	
65	380.0	378.2	60.8	61.6	6.25	6.14	6.20
70	382.9	381.6	60.8	58.4	6.30	6.53	6.42
75	385.0	383.4	56.7	57.7	6.79	6.64	6.72

1 ร้อยละ โดยน้ำหนักแป้ง

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

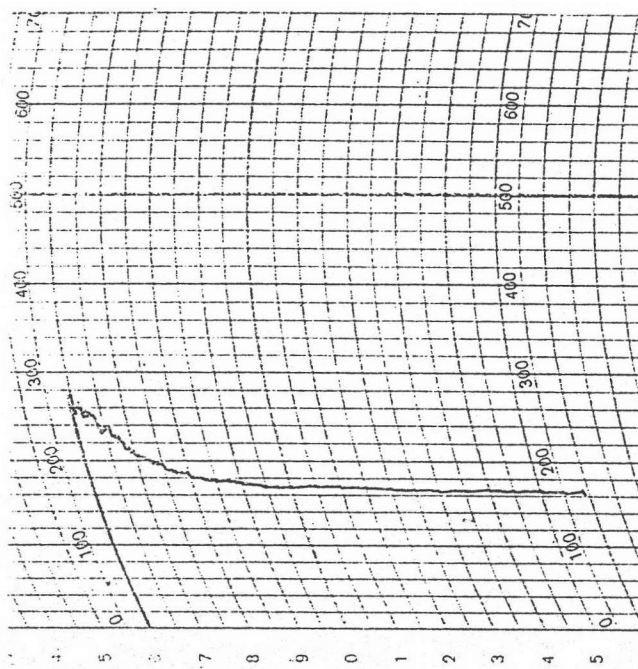


รูปที่ 17 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณไขมันร้อยละ 65



รูปที่ 18 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณไขมันร้อยละ 70





รูปที่ 19 Farinogram ของ cookie dough ที่ใช้ปริมาณไขมันร้อยละ 75

ตารางที่ 28 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้  
 ที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศบางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปรปริมาณ  
 shortening ที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส
สี	1.8251
กลิ่น	2.7143
รสชาติ	3.6866*
ลักษณะเนื้อสัมผัส	12.1288*
คะแนนรวม	5.1426*

ค่า  $F_{(2,22)}$  จากตาราง = 3.44 ( $P \leq 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 29 คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศ  
บางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปรปริมาณ shortening ที่ระดับต่างๆ

ปริมาณ shortening (ร้อยละ) <sup>1</sup>	คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>a,b</sup> (20)	กลิ่น <sup>a,b</sup> (30)	รสชาติ (20)	ลักษณะเนื้อสัมผัส (30)	คະแนนรวม (100)
65	17.00+1.95	25.67+4.14	18.50+1.83 <sup>a</sup>	26.00+3.05 <sup>a</sup>	87.17+7.42 <sup>a</sup>
70	16.92+2.71	25.75+4.65	17.91+1.93 <sup>a</sup>	24.33+4.08 <sup>a</sup>	84.92+9.65 <sup>b</sup>
75	17.83+2.17	26.67+3.52	17.00+2.59 <sup>b</sup>	20.92+4.64 <sup>b</sup>	82.42+7.61 <sup>b</sup>

1 ร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่าง  
มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

จากการวัด dough consistency โดยใช้ Brabender Farinograph พบว่า เมื่อ  
ใช้ไขมันในปริมาณที่มากขึ้น dough consistency จะลดลง และที่ระดับไขมันร้อยละ 70 และ  
75 ลักษณะความกว้างของ peak จะแคบมาก แสดงว่า dough จะเกาะตัวได้น้อย แต่จาก  
การวัด spread factor พบว่า เมื่อเพิ่มไขมันในทุกๆระดับ spread factor ของคุกกี้จะไม่  
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นผล  
มาจากการที่ dough มีความหนืดลดลง คุกกี้จึงสามารถแผ่ขยายในช่วงการอบได้มากขึ้น

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อเพิ่มไขมันในทุกๆระดับ คະแนนเฉลี่ยในด้านสีและ  
กลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่คະแนนเฉลี่ย

ในด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและคะแนนรวม จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และคะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง การใช้ไขมันที่ระดับร้อยละ 65 และ 70 จะมีคะแนนเฉลี่ยในด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคะแนนรวมสูงกว่าการใช้ไขมันที่ระดับร้อยละ 75 ดังนั้น ระดับไขมันที่เหมาะสม คือ ไขมันที่ระดับร้อยละ 65 ซึ่งเป็นปริมาณน้อยสุดที่ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด

#### 5.4 ผลการศึกษาขั้นตอนที่เหมาะสมในการทำคุกกี้จากแป้งมันเทศ

โดยนำคุกกี้ที่ได้จากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคุกกี้แบบปกติ และคุกกี้ที่ได้จากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคุกกี้ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีการทำขนมปังของ FAO มาเปรียบเทียบกับกันโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 30 และ 31

ตารางที่ 30 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ทำจากสูตรที่เหมาะสมของขั้นตอนการทำคุกกี้ที่ต่างกัน

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส <sup>***</sup>
สี	0.7273
กลิ่น	0.3790
รสชาติ	0.6118
ลักษณะเนื้อสัมผัส	0.9902
คะแนนรวม	0.2916

ค่า  $F_{(1,11)}$  จากตาราง = 4.84 ( $P < 0.05$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ตารางที่ 31 คยแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกี้ที่ทำจากสูตรที่เหมาะสมของขั้นตอนการทำคูกี้ที่ต่างกัน

ตัวอย่าง	คยแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น <sup>ns</sup>	รสชาติ <sup>ns</sup>	ลักษณะเนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	คยแนนรวม <sup>ns</sup>
	(20)	(30)	(20)	(30)	(100)
1	18.25 <sub>+1.39</sub>	26.63 <sub>+3.70</sub>	17.79 <sub>+1.96</sub>	26.71 <sub>+2.53</sub>	89.38 <sub>+6.61</sub>
2	17.92 <sub>+1.29</sub>	26.00 <sub>+3.54</sub>	18.38 <sub>+1.60</sub>	25.83 <sub>+3.07</sub>	88.13 <sub>+6.39</sub>

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

เมื่อ ตัวอย่าง 1 หมายถึง คูกี้ที่ทำจากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคูกี้ปกติ  
ตัวอย่าง 2 หมายถึง คูกี้ที่ทำจากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคูกี้ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีการทำขนมปังของ FAO

จากผลการทดลอง จะเห็นว่าคูกี้ที่ได้จากขั้นตอนการทำทั้ง 2 ขั้นตอน จะมีคยแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทุกๆ ด้าน แต่ขั้นตอนการทำคูกี้โดยการนำแป้งบางส่วนไปทำ paste จะยุ่งยากและสิ้นเปลืองกว่าขั้นตอนปกติ ดังนั้น ขั้นตอนที่เหมาะสมสำหรับการทำคูกี้จากแป้งมันเทศ คือ ขั้นตอนการทำคูกี้แบบปกติ

6. ผลการทดลองเปรียบเทียบคูกี้จากแป้งมันเทศที่ผลิตได้กับคูกี้จากแป้งสาลี  
เปรียบเทียบคูกี้จากแป้งมันเทศที่ผลิตจากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคูกี้แบบปกติ และคูกี้จากแป้งมันเทศที่ผลิตจากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคูกี้ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีการทำขนมปังของ FAO กับคูกี้จากแป้งสาลีที่ผลิตจากสูตรมาตรฐานในข้อ 4 โดยการ

ทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสแสดงดัง  
ตารางที่ 32 และ 33

ตารางที่ 32 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกี้  
จากแป้งมันเทศที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับคูกี้จากแป้งสาลี

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส
สี	1.5298
กลิ่น	5.2328*
รสชาติ	2.3065
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.6405*
คะแนนรวม	7.5207*

ค่า  $F_{(3,11)}$  จากตาราง = 3.59 ( $P < 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ตารางที่ 33 คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกี้จากแป้งมันเทศที่ผลิตได้ เปรียบเทียบกับคูกี้จากแป้งสาลี

ตัวอย่าง	คະแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>a</sup>	กลิ่น	รสชาติ <sup>a</sup>	ลักษณะเนื้อสัมผัส	คະแนนรวม
	(20)	(30)	(20)	(30)	(100)
WF	17.17 <sub>±</sub> 1.64	26.92 <sub>±</sub> 2.61 <sup>ns</sup>	18.25 <sub>±</sub> 1.91	28.17 <sub>±</sub> 2.25 <sup>ns</sup>	90.50 <sub>±</sub> 6.96 <sup>ns</sup>
NP	16.42 <sub>±</sub> 1.78	24.33 <sub>±</sub> 2.90 <sup>b</sup>	17.58 <sub>±</sub> 1.78	25.75 <sub>±</sub> 2.83 <sup>b</sup>	84.08 <sub>±</sub> 4.60 <sup>b</sup>
P	16.92 <sub>±</sub> 2.07	24.92 <sub>±</sub> 2.54 <sup>b</sup>	17.75 <sub>±</sub> 1.76	25.58 <sub>±</sub> 2.27 <sup>b</sup>	85.17 <sub>±</sub> 6.37 <sup>b</sup>

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เมื่อ WF หมายถึง คูกี้จากแป้งสาลีที่ทำจากสูตรมาตรฐานในข้อ 4

NP หมายถึง คูกี้จากแป้งมันเทศที่ทำจากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคูกี้แบบปกติ

P หมายถึง คูกี้จากแป้งมันเทศที่ทำจากสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ขั้นตอนการทำคูกี้ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีการทำขนมปังของ FAO

จากผลการทดลองจะเห็นว่า คูกี้ที่ผลิตจากแป้งมันเทศและคูกี้ที่ผลิตจากแป้งสาลี จะมีคະแนนเฉลี่ยในด้านสีและรสชาติไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่จะมีคະแนนเฉลี่ยในด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และคະแนนรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคูกี้ที่ผลิตจากแป้งมันเทศโดยใช้ขั้นตอนต่างกัน จะมีคະแนนเฉลี่ยในทุกๆด้านไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### 7. ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ได้ศึกษาหาอายุการเก็บของคุกกี้จากแป้งมันเทศซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 5 โดยบรรจุ คุกกี้ในภาชนะบรรจุ 3 ชนิด คือ ถุงพลาสติก PE ถุง aluminium foil และถุง metallized film ให้มีน้ำหนักถุงละประมาณ 200 กรัม แล้วปิดผนึกถุงบรรจุด้วยเครื่องปิดผนึกชนิดใช้ความร้อน เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน สุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน โดยแต่ละเดือนจะสุ่ม ตัวอย่างคุกกี้จากภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิดๆ ละ 3 ถุง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่า peroxide value (P.O.V.) และทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 34-40

ตารางที่ 34 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้น และ ค่า P.O.V. ของ คุกกี้ที่เวลาต่างๆ กัน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน

ชนิดของภาชนะบรรจุ	ค่า F ของสมบัติทางเคมี	
	ปริมาณความชื้น	ค่า P.O.V.
ถุงพลาสติก PE	732.1005*	10.8629*
ถุง aluminium foil	99.3795*	11.1892*
ถุง metallized film	79.1891*	8.4181*

ค่า  $F_{(3,4)}$  จากตาราง = 6.59 ( $p < 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 35 ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)เฉลี่ยของคูกี้ที่เวลาต่างๆ กัน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง  
ในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน

ระยะเวลา (เดือน)	ชนิดของภาชนะบรรจุ		
	ถุงพลาสติก PE	ถุง aluminium foil	ถุง metallized film
0	2.63 $\pm$ 0.05 <sup>d</sup>	2.61 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	2.65 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
1	3.40 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	2.66 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	2.73 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>
2	3.92 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	2.91 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	2.86 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
3	4.10 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	3.01 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	2.96 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่าง  
มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )



ตารางที่ 36 ค่า P.O.V. (มธ./กธ. ของไขมันในตัวอย่าง) เฉลี่ยของคูกี้ที่เวลาต่างๆ กัน  
เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน

ระยะเวลา (เดือน)	ชนิดของภาชนะบรรจุ		
	ถุงพลาสติก PE	ถุง aluminium foil	ถุง metallized film
0	9.51 $\pm$ 0.13 <sup>b</sup>	9.55 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>	9.58 $\pm$ 0.49 <sup>a,b</sup>
1	11.03 $\pm$ 0.71 <sup>b</sup>	11.22 $\pm$ 0.86 <sup>a,b</sup>	10.42 $\pm$ 0.27 <sup>a,b</sup>
2	11.45 $\pm$ 0.86 <sup>a,b</sup>	10.95 $\pm$ 0.57 <sup>a,b</sup>	10.66 $\pm$ 1.03 <sup>a,b</sup>
3	13.13 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>	13.65 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup>	12.49 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่าง  
มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 37 ค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่เวลาต่างๆ กัน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน

ชนิดของภาชนะบรรจุ	ค่า F ของลักษณะทางประสาทสัมผัส	
	กลิ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัส
ถุงพลาสติก PE	10.4581*	73.3546*
ถุง aluminium foil	3.5895*	17.1938*
ถุง metallized film	3.8187*	6.0531*

ค่า  $F_{(3,33)}$  จากตาราง = 2.89 ( $P < 0.05$ )

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 38 คยแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่น (10 คยแนน) ของคูกี้ที่เวลาต่างๆ กัน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน

ระยะเวลา (เดือน)	ชนิดของภาชนะบรรจุ		
	ถุงพลาสติก PE	ถุง aluminium foil	ถุง metallized film
0	9.83 <sub>±</sub> 0.39 <sup>a</sup>	9.75 <sub>±</sub> 0.40 <sup>a</sup>	9.75 <sub>±</sub> 0.45 <sup>a</sup>
1	9.58 <sub>±</sub> 0.51 <sup>a</sup>	9.67 <sub>±</sub> 0.49 <sup>a</sup>	9.75 <sub>±</sub> 0.45 <sup>a</sup>
2	8.92 <sub>±</sub> 0.79 <sup>b</sup>	9.58 <sub>±</sub> 0.51 <sup>a</sup>	9.50 <sub>±</sub> 0.67 <sup>b</sup>
3	8.58 <sub>±</sub> 1.16 <sup>b</sup>	9.08 <sub>±</sub> 0.90 <sup>b</sup>	9.13 <sub>±</sub> 0.80 <sup>b</sup>

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 39 คชแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (10 คชแนน) ของคุกกี้  
ที่เวลาต่างๆ กัน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน

ระยะเวลา (เดือน)	ชนิดของภาชนะบรรจุ		
	ถุงพลาสติก PE	ถุง aluminium foil	ถุง metallized film
0	9.67 <sub>±</sub> 0.49 <sup>a</sup>	9.63 <sub>±</sub> 0.77 <sup>a</sup>	9.54 <sub>±</sub> 0.78 <sup>a</sup>
1	9.25 <sub>±</sub> 0.75 <sup>a</sup>	9.67 <sub>±</sub> 0.49 <sup>a</sup>	9.50 <sub>±</sub> 0.67 <sup>a</sup>
2	5.58 <sub>±</sub> 1.88 <sup>b</sup>	9.41 <sub>±</sub> 0.79 <sup>a</sup>	9.67 <sub>±</sub> 0.65 <sup>a</sup>
3	3.58 <sub>±</sub> 1.24 <sup>c</sup>	7.83 <sub>±</sub> 1.27 <sup>b</sup>	8.63 <sub>±</sub> 1.03 <sup>b</sup>

a, b, ... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่าง  
มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 40 จำนวนผู้ทดสอบที่ยอมรับผลิตภัณฑ์คูกี้ (จากผู้ทดสอบทั้งหมด 12 คน) ที่เวลาต่างๆ กัน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน

ระยะเวลา (เดือน)	ชนิดของภาชนะบรรจุ		
	ถุงพลาสติก PE	ถุง aluminium foil	ถุง metallized film
0	12	12	12
1	12	12	12
2	6	12	12
3	0	12	12

จากผลการทดลอง เมื่อทดลองเก็บคูกี้ที่เวลาต่างๆ ในสภาวะอุณหภูมิห้องโดยใช้ภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน แล้ววิเคราะห์ปริมาณความชื้น และ ค่า P.O.V. พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นและ ค่า P.O.V. ของคูกี้ในภาชนะบรรจุทุกชนิดมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น และ ลักษณะเนื้อสัมผัส ของคูกี้ในภาชนะบรรจุทุกชนิดมีแนวโน้มลดลง และจำนวนผู้ทดสอบที่ยอมรับผลิตภัณฑ์คูกี้ที่บรรจุในถุงพลาสติก PE มีแนวโน้มลดลง ขณะที่จำนวนผู้ทดสอบที่ยอมรับผลิตภัณฑ์คูกี้ที่บรรจุในถุง aluminium foil และ ถุง metallized film มีจำนวนคงที่ จะเห็นได้ว่า ถุงพลาสติก PE สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานเพียง 1 เดือน โดยผลิตภัณฑ์จะยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ขณะที่ ถุง aluminium foil และ ถุง metallized film สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานถึง 3 เดือน โดยผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอยู่