

บทที่ 3

การทดลอง



### 3.1 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้แบ่งเป็น วัสดุุดิบและเครื่องมือในการทดลอง คือ

#### วัสดุุดิบ

- นมผงชนิดไขมันเต็มอัตราเป็น medium heat milk powder บรรจุถุงพลาสติก ที่لاميเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ของประเทศนิวซีแลนด์ จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ยู แอล เยนเนอรัล เอเจเนซี จำกัด ใช้ในการทำคัสตาร์ดโดยผสมคั้นรูปให้ได้เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ เป็น 11 - 12 นอกจากนี้ยังใช้ในการปรับเปอร์เซ็นต์ของของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำนมถั่วเหลือง ให้เป็น 11 - 12
- น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ตราโฟร์โมสต์ ของบริษัทโฟร์โมสต์อาหารนม จำกัด ซื้อจาก ลักเกอร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- น้ำนมสเตอริไลส์ ระบบยูเอชที บรรจุกล่อง Tetra pak ตรามะลิ ของบริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด
- น้ำนมสเตอริไลส์ บรรจุกระป๋อง ตราหมี ของบริษัท ยูโนเด็คมิลค์ จำกัด
- น้ำนมข้นสืด บรรจุกระป๋อง ตรามะลิ ของบริษัทอุตสาหกรรมนมไทย จำกัด
- น้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้น บรรจุกระป๋อง ของสถาบันคั้นคว่าและพัฒนาผลิตภัณฑ์-อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปรับเปอร์เซ็นต์ของของแข็งที่ละลายน้ำได้ให้เป็น 11 - 12 ด้วยนมผง
- ไข่ลัด จากฟาร์มนครปฐม ของคณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ บรรจุถุงพลาสติก ตรา PP ซื้อจากลักเกอร์จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย

- เกือบบริษัที บรรจุกล่องกระดาษ ตราเรือใบ ชื่อจากสหกรณ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- วนิลาผง ของบริษัทแองโกลไทย จำกัด

### เครื่องมือ

- ตู้อบ PROLABO model: BTL ซึ่งสามารถตั้ง อุณหภูมิได้ตั้งแต่ 25- 300 องศาเซลเซียส พร้อมด้วย Temperature Controller RKC model : MSN-1

- เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิประกอบด้วย สายลวด Thermocouple ชนิด Chromel-Alumel เป็นตัววัดอุณหภูมิโดยส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังเครื่อง recorder สามารถวัดอุณหภูมิช่วง 0 - 1200 °ซ. Recorder EYELA model : GR 250 1p เป็นตัวบันทึกสัญญาณไฟฟ้าออกมาเป็นกราฟที่ระยะเวลาด่าง ๆ นำสัญญาณไฟฟ้าที่บันทึกได้ในหน่วยมิลลิโวลท์ เปลี่ยนเป็นหน่วยองศาเซลเซียส โดยใช้ตารางเปลี่ยนหน่วยจาก Chemical Engineers' Handbook (39)

- Water bath ซึ่งสามารถตั้ง อุณหภูมิได้ตั้งแต่ 30 - 110 องศาเซลเซียส พร้อมด้วย thermostat ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

- เครื่องตีไข่ไฟฟ้า PHILIPS : HR 1170 สามารถตั้ง speed ได้ 3 speed คือ speed 1, 2 และ 3

### 3.2 ขั้นตอนในการผลิตคัสตาร์ดชนิดอบ

ในเบื้องต้นได้ทดลองอบส่วนผสมคัสตาร์ดโดยใช้สูตรทั่วไป ในตู้อบทั้ง 3 ชั้น พบว่า คัสตาร์ดที่ได้ในแต่ละชั้นมีสีผิวแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อขจัดความผันแปรนี้ จึงได้เลือกใช้ชั้นกลางของตู้อบในการอบส่วนผสมตลอดไปทุกครั้ง

การผลิตคัสตาร์ดในแต่ละสภาพการทดลอง (treatment) ประกอบด้วย การเตรียมการก่อนการอบ, การอบส่วนผสมและการเก็บผลิตภัณฑ์ก่อนการประเมินผล โดยจะเตรียมส่วนผสมผสมคราวละ 1,200 กรัม และใช้สูตรทั่วไปดังนี้



น้ำนม 77.0%

ไข่ไก่ 15.1%

น้ำตาล 7.9%

เกลือ 0.01%

### 3.2.1 การเตรียมการก่อนการอบส่วนผสมสูตร

#### ก. การตรวจสอบวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสูตร

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสูตรชนิดอบ ได้แก่ น้ำนม, ไข่, น้ำตาล, เกลือ และสารให้กลิ่นรส เช่น วนิลา ในการศึกษาแรกได้ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของน้ำนมและไข่ไก่ สำหรับคุณสมบัติบางอย่างของน้ำนมและไข่ไก่ ได้แก่ pH ความหนืด และองค์ประกอบของสี ได้ตรวจสอบทุกครั้งที่ทำการศึกษา ตามรายการตรวจสอบในตารางที่ 3.1 ส่วนวัตถุดิบอื่น ๆ เช่น น้ำตาล, เกลือ และวนิลาผง ได้ตรวจสอบด้วยสายตาว่าไม่มี impurity เท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 รายการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของ วัสดุดิบ และส่วนผสม

วัสดุดิบและส่วนผสม	รายการตรวจสอบ	
	คุณสมบัติทางเคมี	ลักษณะทางกายภาพ
น้ำนม	pH % acidity % ของแข็งที่ละลายน้ำได้ % โปรตีน % ไขมัน % น้ำตาลแลคโทส % เถ้า	ความหนืด สี
ไข่ไก่	pH % ของแข็งที่ละลายน้ำได้ % โปรตีน % ไขมัน % เถ้า	ความหนืด สี
ส่วนผสมคัสตาร์ด	pH % total solid	สี



### ข. การเตรียมส่วนผสม

น้ำหนักตาล, เกลีส และไข่ตีเล็กล้วนผสมเข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องตีไข่ ตั้งที่ speed 1 เป็นเวลา  $\frac{1}{2}$  นาที เทน้ำหนักที่อุณหภูมิ 45 °ซ. ลงไป ผสมให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องตีไข่ไฟฟ้าตั้งที่ speed 1 เป็นเวลา 1 นาที ในทุกการศึกษาได้ตรวจสอบส่วนผสมที่สกัดตามรายการในตารางที่ 3.1 แล้วเทใส่ถ้วยเพื่อทำการต่อไป

#### 3.2.2 การอบส่วนผสมที่สกัด

ตั้งอุณหภูมิของตู้อบให้ได้อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 177 °ซ. เทส่วนผสมที่สกัดประมาณ 50 ml. ใส่ลงในถ้วยที่สกัดทำด้วยอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร, เส้นผ่านศูนย์กลางด้านกัน 5.4 เซนติเมตร และสูง 2.5 เซนติเมตร วางถ้วยที่สกัดในภาตกันลึก 20 x 28 x 4.5 เซนติเมตร ซึ่งมีน้ำอยู่ 500 ml. ครอบพร้อมกันคราวละ 2 ถาด โดยใช้ชั้นกลางของตู้อบ ระหว่างการอบส่วนผสมที่สกัด บันทึกความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูดซึมความร้อนโดยใช้ thermocouple recorder เมื่ออุณหภูมิที่ recorder ถึงจุดที่กำหนดไว้ นำผลิตภัณฑ์ออกจากตู้อบและทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

#### 3.2.3 การเก็บผลิตภัณฑ์ที่สกัดชนิดอบ

ปิดฝาภาชนะบรรจุที่สกัดโดยใช้อลูมิเนียมฟอยด์ เก็บในห้องเย็น อุณหภูมิ 5 °ซ. เป็นเวลา 1 วัน ก่อนประเมินผลคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ และโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

### 3.3 วิธีวิเคราะห์และตรวจสอบ แบ่งออกเป็น 3 วิธีการใหญ่ ดังนี้คือ

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

วิธีตรวจสอบทางกายภาพ

วิธีตรวจสอบโดยทางประสาทสัมผัส

#### 3.3.1 วิธีวิเคราะห์ทางเคมี รายละเอียดได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ก.

- วัด pH โดยใช้ pH meter TOA model : HM - 78

(16.023) (40) - หาปริมาณกรด (acidity) ตามวิธีการของ A.O.A.C.

(16.032) (40) - หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ตามวิธีการของ A.O.A.C.

- หาปริมาณโปรตีน โดยวิธีของ Kjeldahl ใช้เครื่อง Kjeltac System I ตามวิธีการของ Indian Standard Methods (41)

- หาปริมาณไขมันในน้ำมัน ตามวิธีของ R6se Gottlieb ใช้ Majonnier fat extraction tube A.O.A.C. (16.064) (40)

- หาปริมาณไขมันในไข่ ใช้วิธีของ Acid Hydrolysis ตามวิธีของ A.O.A.C. (17.012 - 17.013) (40)

- หาปริมาณน้ำตาลแลคโทส โดยใช้ HPLC ตามวิธีการของ West และ Llbrente (42) ใช้ Liquid Chromatography model : 590, Solvent Delivery System Universal Injector model : U6K, Differential Refractometer model : 401, Recorder model : TR 250-1p ร่วมกับ Chromatographic Column model : RCM 100, Radial Compression Module. Radial - PAK, Cartridge 10 u, 5 mm x 10 cm และ Guard Column model : Precolumn Module with Si-Cartridge. (Waters Associates)

- หาปริมาณเถ้า ตามวิธีการของ A.O.A.C. (16.035) (40)

- วัด total solid โดยใช้ Hand Refractometer ATAGO model:

N1

### 3.3.2 วิธีตรวจสอบทางกายภาพ

- วัดความหนืดโดยใช้ Brookfield Viscometer model : RVT

- วัดสีโดยใช้ Macbeth Munsell Disc Colorimeter



- วัดความแน่นของเนื้อสัมผัส แล่ดงผลเป็นค่าดัชนีความแน่น โดยใช้ Penetrometer Seta model : 1720 พร้อมด้วย Setametic controller model : MK VI ได้ดัดแปลงหัวเข็ม penetrometer ใหม่ โดยเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำและออกแบบให้ เหมาะสมกับการใช้งาน หัวเข็มหนัก 12.8300 กรัม (43, 44)

- วัดเปอร์เซ็นต์ของน้ำอิสระที่แยกจากเจล ตามวิธีการของ Johnson Zabik (35)

- ตรวจสอบโครงสร้างภายในของคัสตาร์ดชนิดอบ โดยใช้ Scanning Electron Microscope model : JSM - T20 ตามวิธีของ Johnson และ Zabik (35)

### 3.3.3 วิธีตรวจสอบโดยทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 14 - 20 คน ผู้ทดสอบผ่านการฝึกฝนมาก่อน ประกอบด้วยนิสิตปริญญาตรีและโทของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารและนิสิตปริญญาโทภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้แบบสอบถามแบบแล่ดงระดับความชอบ (hedonic scale) ให้คะแนน 1 - 7 (12, 15) ดังตัวอย่างแบบสอบถามในภาคผนวก ก. โดยกำหนดให้พิจารณาลักษณะของตัวอย่างดังต่อไปนี้

- ความนุ่มของผิววนอก
- ความเรียบของผิววนอก
- สีของตัวอย่าง
- กลิ่นรส
- ความแน่น
- ความเรียบของเนื้อสัมผัสภายใน
- ปรากฏการณ์การแยกน้ำ
- คุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์

### 3.4 ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ศึกษาผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อคุณภาพคัสตาร์ดชนิดอบ
- การหาประเภทของน้ำนมที่เหมาะสมในการผลิตคัสตาร์ดชนิดอบ
- ศึกษาการใช้ไขมันสัตว์ เหลืองทดแทนไขมันพาล์เจอไรส์บางส่วนในการผลิตคัสตาร์ดชนิดอบ

#### 3.4.1 ศึกษาผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อคุณภาพคัสตาร์ดชนิดอบ

##### 3.4.1.1 ศึกษาอิทธิพลของการให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมคั้นรูป, pH ของส่วนผสมและอุณหภูมิสุดท้ายในการอบที่มีผลต่อคุณภาพคัสตาร์ดชนิดอบ

ในการทดลองนี้จะแปรปัจจัยต่าง ๆ 3 ปัจจัย คือ ปัจจัย A,

B, และ C

ปัจจัย A คือ การให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมคั้นรูป มี 2 ระดับ คือ

$a_1$  = ไม่ได้ให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมคั้นรูป

$a_2$  = เป็นการให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมคั้นรูปที่ 85 °ซ.

30 นาที ก่อนผสม

ปัจจัย B คือ pH ของส่วนผสม มี 3 ระดับ คือ  $b_1$ ,  $b_2$  และ  $b_3$  เป็นการแปร pH ของส่วนผสมเป็น 6.9, 7.1 และ 7.3 โดยใช้ไข่ที่มีอายุ 1, 10 และ 20 วัน ตามลำดับ ในการผสมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ไข่ที่มีอายุมากกว่า 20 วัน ไข่แดงกับไข่ขาวจะรวมเป็นเนื้อเดียวกันและความหนืดจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด จึงไม่ได้นำมาทำการศึกษา

ปัจจัย C คือ อุณหภูมิสุดท้ายในการอบ ซึ่งได้ทำการศึกษาเบื้องต้นโดยการแปรอุณหภูมิสุดท้ายของการอบให้ห่างจาก initial gelation 1, 3, 5 และ 7 °ซ. ตามลำดับ พบว่าคัสตาร์ดที่ผลิตโดยอบส่วนผสมให้มีอุณหภูมิสุดท้ายสูงจาก initial gelation 1, 7 °ซ. ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทั่วไป กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสุดท้ายของการอบต่ำคัสตาร์ดจะมีเนื้อสัมผัสไม่ดี คือลักษณะเจลล่อน้ำและความคงตัวไม่ดี เมื่ออุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูง คัสตาร์ดจะมีผิวหน้าแข็ง, หน้าย่น เกิดปรากฏการณ์ syneresis มาก



ดังนั้นจึงได้กำหนดจุดหยุดยั้งท้ายของการอบที่ศึกษาเป็น 2 ระดับ คือ อบอุ่นผสมคัสตาร์ดให้ มีจุดหยุดยั้งท้ายของการอบสูงจาก initial gelation 3 และ 5 °ซ. ตามลำดับ

ดังนั้นจะมีสภาพการทดลองทั้งสิ้น 12 สภาพการทดลอง ดังนี้คือ

สภาพการทดลอง	A	B	C
1	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
2	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
3	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
4	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
5	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>1</sub>
6	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>1</sub>
7	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
8	a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
9	a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
10	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
11	a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>2</sub>
12	a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>2</sub>

#### วิธีการ

1. ในแต่ละสภาพการทดลองเตรียมส่วนผสมตามข้อ 3.2.1 ในสภาพการทดลอง วัตถุประสงค์การให้ความร้อนแก่ส่วนผสมก่อนผสม ให้อุ่นส่วนผสมใน water bath ที่มี thermostat



สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ โดยใช้อุณหภูมิ 85 °ซ. 30 นาที แล้วทำให้น้ำนมเย็นลงจนถึงอุณหภูมิ 45 °ซ. ก่อนผสม

2. นำส่วนผสมคัสตาร์ดมาอบตามข้อ 3.2.2 ในระหว่างการอบได้ติดตาม temperature-time relationship ของการดูดซึมความร้อนของส่วนผสมคัสตาร์ด โดยใช้ thermocouple และ recorder จะพบจุดเริ่มต้นของการเกิดเจล ซึ่งเป็นจุดที่กราฟมีลักษณะคงที่ (initial gelation) เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูงจากจุดเริ่มต้นของการเกิดเจล 3, 5 °ซ. จะสามารถหาเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการอบได้

3. เก็บคัสตาร์ดในหีบเป็นเป็นเวลา 1 วัน แล้วนำมาตรวจสอบผล

4. ตรวจสอบคุณภาพคัสตาร์ดทางกายภาพ ดังนี้คือ

- วัด pH
- วัดสีผิวนอกและสีเนื้อสัมผัสภายในของผลิตภัณฑ์
- วัดความแน่นของเนื้อสัมผัสคัสตาร์ด
- วัดเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่แยกจากเจลคัสตาร์ด

5. ตรวจสอบโดยทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 14 คน ประเมินผลตัวอย่างที่เตรียมไว้ โดยวิธี Hedonic Scale ได้ทำการทดลองทั้งสิ้นรวม 3 ซ้ำ

6. วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้ Factorial Design แบบ Asymmetric Three Factor Experiment รวมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test (45, 46)

#### 3.4.1.2 ผลของปริมาณน้ำตาลในส่วนผสมที่มีต่อคุณภาพคัสตาร์ดชนิดอบ

ในการศึกษานี้มี 3 สภาวะการทดลอง คือ แปรปริมาณน้ำตาลเป็น 7.9, 10.0 และ 15.8% ตามลำดับ และใช้สภาวะตามข้อ 3.4.1.1

วิธีการ 1. ในแต่ละสภาวะการทดลองเตรียมส่วนผสมตามข้อ 3.2.1



2. อบอุ่นผลส้มตามข้อ 3.2.2 โดยอบอุ่น 50 นาที ในระหว่างการอบได้ติดตาม temperature-time relationship ของการดูดซึมความร้อนของส่วนผลส้มโดยใช้ thermocouple และ recorder จะพบจุดเริ่มต้นของการเกิดเจล ซึ่งเป็นจุดที่กราฟมีลักษณะคงที่

3. เก็บคัสตาร์ดในห้องเย็นเป็นเวลา 1 วัน ตรวจสอบผลเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 3.4.1.1 ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน และได้ออกแบบสอบถามเพิ่มเติมโดยให้ผู้ทดสอบจัดเรียงลำดับความนุ่มของผิวนอกของผลิตภัณฑ์ ได้ทำการทดลองทั้งสิ้นรวม 3 ครั้ง

4. วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Completely Randomized Design รวมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test. (45, 46)

### 3.4.2 การหาประเภทของน้ำนมที่เหมาะสมในการผลิตคัสตาร์ดชนิดอบ

ในการศึกษาผลของน้ำนมต่างประเภทนี้ ใช้สภาวะที่สรุปได้จากหัวข้อ

3.4.1.1 แต่แปรประเภทของน้ำนม (ปัจจัย A) และการให้ความร้อนเพิ่มแต่น้ำนม (ปัจจัย B)

ปัจจัย A คือ ประเภทของน้ำนมซึ่งมี 5 ประเภทได้แก่ น้ำนมคั้นรูป ( $a_1$ ) ใช้เป็น control, น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ( $a_2$ ), น้ำนม ยูเอชที น้ำนมสเตอไรล์ ( $a_4$ ), น้ำนมขุ่นจืด ( $a_5$ ) น้ำนมเหล่านี้มีจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาด

ปัจจัย B คือ การให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนม ซึ่งมี 2 ระดับ คือ การไม่ให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนม ( $b_1$ ) เปรียบเทียบกับการให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมที่  $85^\circ\text{C}$ . 30 นาที ( $b_2$ ) ก่อนผสม

ดังนั้นจะมีสภาพการทดลองทั้งสิ้น  $5 \times 2 = 10$ . สภาพดังนี้คือ

สภาพการทดลอง	A	B
1	$a_1$	$b_1$
2	$a_2$	$b_1$
3	$a_3$	$b_1$
4	$a_4$	$b_1$
5	$a_5$	$b_1$
6	$a_1$	$b_2$
7	$a_2$	$b_2$
8	$a_3$	$b_2$
9	$a_4$	$b_2$
10	$a_5$	$b_2$

### วิธีการ

1. ในแต่ละสภาพการทดลองเตรียมการตามข้อ 3.2.1 ในสภาพการทดลองใดที่มีการให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมก่อนผสม ให้อุ่นน้ำนมใน water bath ที่มี thermostat สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ โดยใช้อุณหภูมิ 85 °ซ. 30 นาที แล้วทำให้น้ำนมเย็นลงจนถึงอุณหภูมิ 45 °ซ. ก่อนผสม

2. สำหรับการอบส่วนผลลมนั้นทำตามข้อ 3.2.2 ในระหว่างการอบได้ติดตาม temperature-time relationship ของการดูดซึมความร้อนของส่วนผลลมนั้คัสตาร์ด โดยใช้ thermocouple และ recorder จะพบจุดเริ่มต้นของการเกิดเจล ซึ่งเป็นจุดที่กราฟมีลักษณะคงที่ (initial gelation) เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิสุดท้ายสูงจากจุดเริ่มต้นของการเกิดเจล 5 °ซ. จะสามารถหาเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการอบได้



3. เก็บผลิตรงก์ทึนห้องเย็นเป็นเวลา 1 วัน ตรวจสอบผลเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 3.4.1.1 โดยใช้ผู้ทดลองจำนวน 14 คน ได้ทำการทดลองทั้งสิ้นรวม 3 ซ้ำ

4. วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Factorial Design แบบ Asymmetric Two Factor Experiment รวมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test (45, 46)

5. เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของคัสตาร์ดจากน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อนเพิ่มกับที่ผ่านการให้ความร้อนเพิ่ม พบว่ามีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน ได้ตรวจสอบผลต่อไปทาง microscopic โดยใช้เครื่อง Scanning Electron Microscope เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้าง ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัส และปรากฏการณ์ syneresis ของคัสตาร์ด

#### 3.4.3 ศึกษาการใช้ไขมันตัวเหลืองทดแทนน้ำนมพาสเจอร์ไรส์บางส่วนในการผลิตคัสตาร์ดชนิดอบ

จากการทดลองเบื้องต้นโดยการใช้ไขมันตัวเหลืองทดแทนน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ในอัตราส่วน 50 : 50 พบว่าผู้ทดลองไม่ยอมรับผลิตรงก์ทึนด้านสี, กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส จึงได้แปรปริมาณไขมันตัวเหลือง โดยใช้น้ำนมตัวเหลืองทดแทนน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ในปริมาณ 0, 30, 40 และ 50% ซึ่งมีน้ำมันคินรูป 100% เป็น control โดยการให้ความร้อนที่ 85 °ซ. เป็นเวลา 30 นาที แก่น้ำนมผสมและน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ก่อนนำไปใช้ผสม

#### วิธีการ

1. แต่ละสภาพการทดลองเตรียมการตามข้อ 3.2.1
2. นำส่วนผสมคัสตาร์ดมาอบตามข้อ 3.2.2 ในระหว่างการอบส่วนผสมได้ติดตาม temperature-time relationship ของการดูดซึมความร้อนของส่วนผสมคัสตาร์ดเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 3.4.2

3. เก็บผลิตรงก์ทึนห้องเย็นเป็นเวลา 1 วัน ตรวจสอบผลเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 3.4.1.1 โดยใช้ผู้ทดลองจำนวน 20 คน ได้ทำการทดลองทั้งสิ้นรวม 3 ซ้ำ

4. วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Completely Randomized Design รวมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test (45, 46)
5. เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าผู้ทดลองยอมรับคัสตาร์ดที่ผลิตโดยใช้ไขมันถั่วเหลืองทดแทนไขมันพาล์เจอโรล์ 30% มากที่สุด ให้นำผลคัสตาร์ดนี้ไปตรวจสอบดูลักษณะโครงสร้างทาง SEM ต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย