



**วัตถุดิบ**

- แป้งข้าวเจ้าตราโม้ (บริษัท ธนากร จำกัด)
- แป้งข้าวโพดตราโม้สีน้ำ (บริษัท ซีพีซี อายิ จำกัด)
- แป้งลูกเดือย (บริษัท ปฐมอโศก จำกัด)
- แป้งข้าวเหนียว (บริษัท ดอยคำ จำกัด)
- ไข่ขาวสกัดน้ำมัน (บริษัท ธนากร ผลิตน้ำมันพืช จำกัด)
- มอลต์สกัด (บริษัท เนสท์เล่ ประเทศไทย จำกัด)
- ผงโกโก้ (บริษัท เนสท์เล่ ประเทศไทย จำกัด)
- น้ำตาลทราย มิตรผล (บริษัท มิตรผล จำกัด)

**สารเคมี**

การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- copper sulfate, A.R. (Merck)
- potassium sulfate, A.R. (Merck)
- boric acid, A.R. (Merck)
- sodium hydroxide, A.R. (Univar)
- bromocresol green - methylene indicator, A.R. (Merck)
- petroleum ether, A.R. (Malinkrodt)
- sulfuric acid, A.R. (Merck)
- 2-thiobarbituric acid, A.R. (Kodak)
- glacial acetic acid, A.R. (Baker Analyzed)
- hydrochloric acid, A.R. (Baker Analyzed)
- ethyl alcohol 95%, A.R. (Merck)

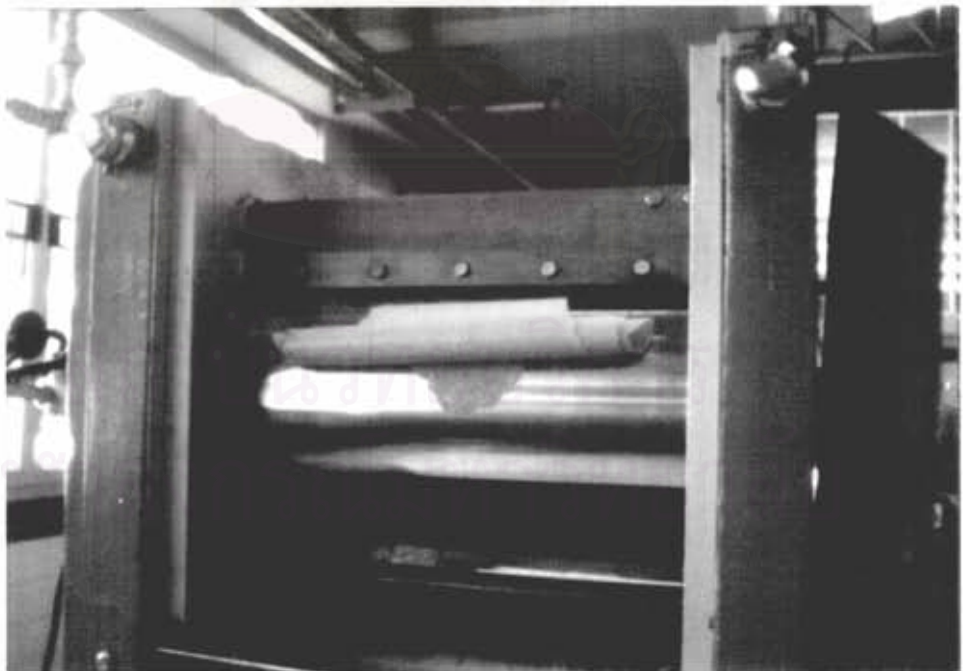
### การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- plate count agar (Difco)
- potato dextrose agar (Difco)

### อุปกรณ์

#### การผลิตและการเก็บรักษามลิตภัณฑ์

- เครื่องผสม (Kenwood, รุ่น A 907D)
- เครื่องตีปั่นอาหาร (Moulinex, รุ่น Master chef 30)
- เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล)



รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

- เครื่องปิดผนึก (Winner, G-100)
- ฟิล์ม high density polyethylene ขนาด 10 x 18 ซม. ทหนา 0.04 มม.
- ฟิล์ม aluminium foil laminated polyethylene (Al foil/PE) ขนาด 7.0 x 7.5 ซม. ทหนา 0.07 มม. (บริษัท สรรองแพค จำกัด)

#### การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

##### การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่องชั่งน้ำหนัก (Sartorius, model A 200S)
- ชุดย่อยกลั่นโปรตีน (Kjeldatherm and Vapodest I, Gerhardt, KT 86)
- ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus)

##### การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- Boswick Viscometer
- Spectrophotometer (Milton Roy, Spectronic 610)
- Brabender Visco-Amylograph (รุ่น D-4100)
- เครื่องวัดสี (Spectra, PR-650 V)



รูปที่ 2 เครื่องวัดสี

- เครื่องวัด water activity (รุ่น NOVASINA SWISS made MIK 3000)



รูปที่ 3 เครื่องวัด water activity

- ตู้อบสมร็อน (WTB Binder B53)
- เตาเผา (Carbolite, MEL 11-2)
- Water bath (Memmert, W350)
- การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
- Autoclave (Sanyo, MLS-2400)
- Incubator T 25-70 °C (Memmert, B30)

### ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 ศึกษาสมบัติวัสดุพิมพ์

3.1.1 ศึกษาสมบัติด้านความหนืดและอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเหลือง และ แป้งสูกาเดือย

วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Brabender Visco-Amylograph โดยชั่งน้ำหนักแป้งแห้ง 50 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำจนครบ 500 มิลลิลิตร ใช้อุณหภูมิช่วง heating cycle ตั้งแต่ 30 °C ถึง 95 °C อุณหภูมิช่วงคงที่ 95 °C เป็นเวลา 20 นาที อุณหภูมิช่วง cooling cycle ตั้งแต่ 95 °C ถึง 50 °C อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 2.5 °C/นาที วิเคราะห์ 2 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง

3.1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเหลือง แป้งลูกเดือย และวุ้นสกัด ดังต่อไปนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 1984)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1984)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 1984)
- ปริมาณแกล์ (AOAC, 1984)
- ปริมาณเส้นใยหยาบ (AOAC, 1984)
- ปริมาณเส้นใยอาหาร (AOAC, 1984)

วิเคราะห์ 2 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง

3.1.3 วิเคราะห์สารพิษตกค้างในวุ้นสกัด (AOAC, 1984) ดังต่อไปนี้

- กลุ่ม carbamate ที่ตรวจได้แก่ MIPC, carbofuran และ carbaryl
- กลุ่ม organophosphate ที่ตรวจได้แก่ diazinon, dichlorvos, malathion, fenitrothion, methyl-parathion, monocrotophos, mevinphos, methamidophos และ dimethoate
- กลุ่ม organochlorine ที่ตรวจได้แก่ dieldrin, DDT, heptachlor และ aldrin

วิเคราะห์ 2 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง

### 3.2 ศึกษาอัตราส่วนแป้งที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

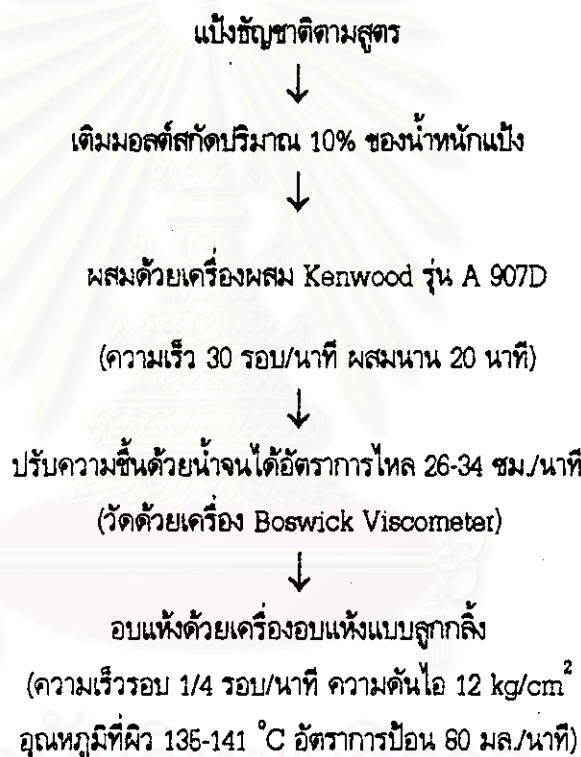
แปรสัดส่วนของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเหลือง และแป้งลูกเดือยเป็น 7 สูตรดังนี้

แป้ง	สูตร/อัตราส่วน						
	1	2	3	4	5	6	7
ข้าวเจ้า	25	30	35	40	45	50	55
ข้าวโพด	35	30	25	20	15	10	5
ถั่วเหลือง	1	2	3	4	5	6	7
ลูกเดือย	8	7	6	5	4	3	2

เตรียมแป้งผสมทั้ง 7 สูตร โดยซึ่งแป้งตามอัตราส่วนที่แสดงไว้แล้ว ผสมตามลำดับของปริมาณแป้งที่มีในสูตร โดยเติมแป้งลูกเดียวผสมกับแป้งหัวเหลืองก่อน และเติมแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งข้าวโพดที่มีปริมาณมากที่สุดในช่วงท้าย ใช้เครื่องผสม Kenwood ความเร็ว 30 รอบ/นาที นาน 20 นาที นำแป้งผสมที่ได้มาศึกษาสมบัติด้านความหนืด อุณหภูมิในการเกิดเจล และเตรียมอาหารเข้าัญชาติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาสมบัติด้านความหนืดและอุณหภูมิในการเกิดเจลโดยใช้เครื่อง Visco-Amylograph ในภาวะเดียวกับหัวข้อ 3.1.1

3.2.2 เตรียมอาหารเข้าัญชาติจากแป้งผสมทั้ง 7 สูตร ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาหักเป็นชิ้นมีขนาดประมาณ 1 นิ้ว x 1 นิ้ว ก่อนประเมินคุณภาพเพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด โดยวิเคราะห์ค่าต่างๆดังต่อไปนี้

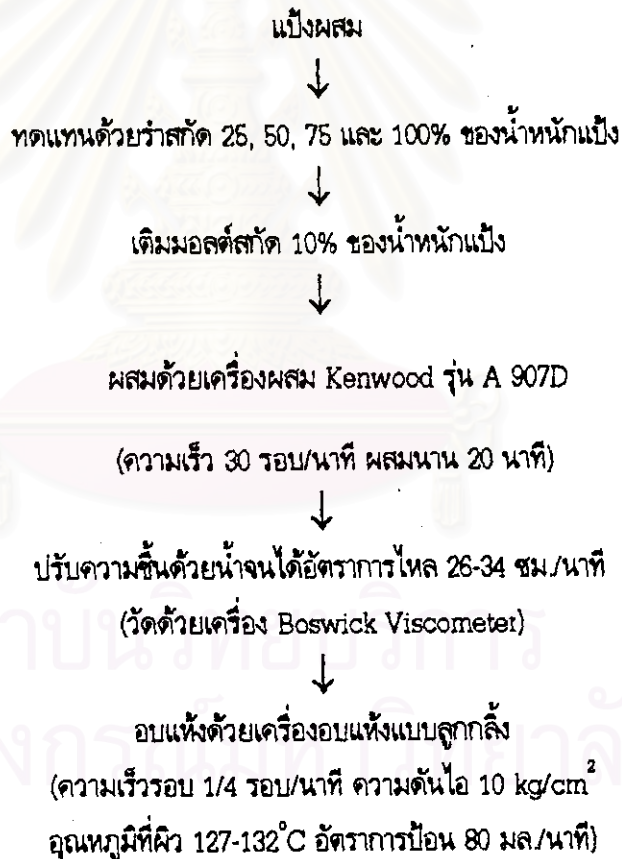
- ประเมินคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดสีด้วยเครื่อง colorimeter วัดค่า water activity ความชื้น (AOAC, 1984) bulk density (Nip, 1979) และการดูดกลืนน้ำ (Loesecke, 1955) การประเมินคุณภาพทางกายภาพ วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 2 ซ้ำ

- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี ความสม่ำเสมอของสี และเนื้อสัมผัส ใช้แบบสอบถามที่มีคะแนนตั้งแต่ 0-10 โดยคะแนน 10 เป็นลักษณะที่ดีที่สุด และ 0 เป็นลักษณะที่ด้อยที่สุด ให้ต่ำกว่า 5

เป็นคะแนนที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ข.) ใช้ผู้ทดสอบชนิดกึ่งฝึกฝน จำนวน 18 คน การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 2 ซ้ำ

### 3.3 ศึกษาปริมาณว่าสกัดที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

นำตัวอย่างที่ดีที่สุดจากข้อ 3.2 มาแปรปริมาณว่าสกัดเป็น 25, 50, 75 และ 100% ของน้ำหนักแป้ง เตรียมผลิตภัณฑ์อาหารเข้าชัญชาติ โดยทดแทนแป้งผสมด้วยว่าสกัด ตามขั้นตอนต่อไปนี้



ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาทำเป็นชิ้นมีขนาดประมาณ 1 นิ้ว x 1 นิ้ว ก่อนประเมินคุณภาพเพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด โดยวิเคราะห์ค่าต่างๆดังต่อไปนี้

- ประเมินคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าต่างๆตามข้อ 3.2 วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Factorial Experiment ขนาด  $2 \times 4$  วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 3 ซ้ำ

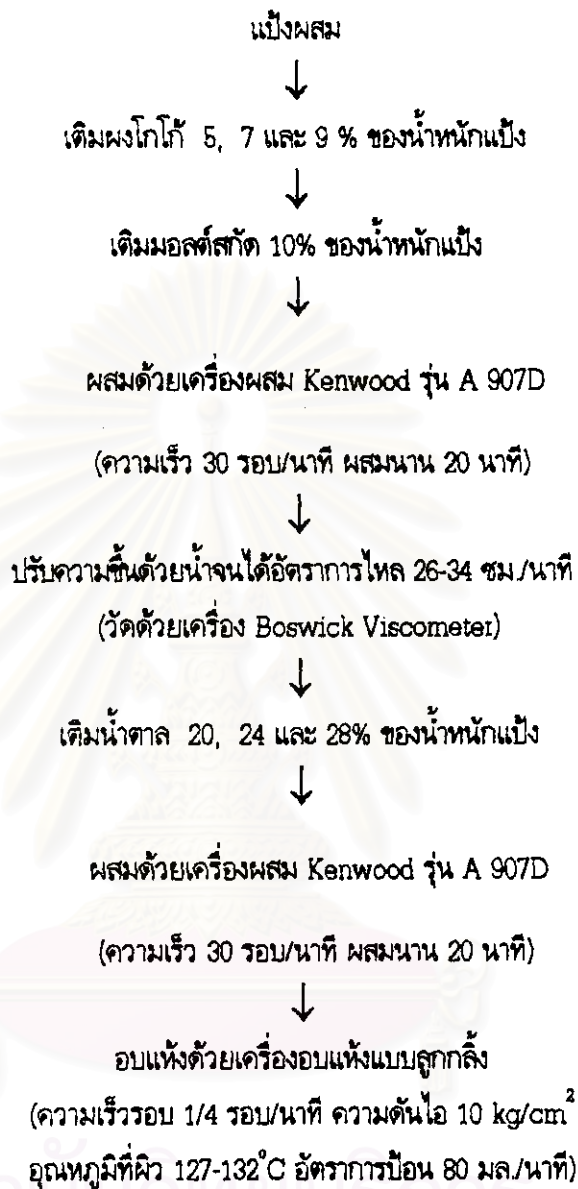
- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความสากลิ่น และการยอมรับรวม เช่นเดียวกับข้อ 3.2 วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial Randomized Complete Block ขนาด  $2 \times 4$  วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 3 ซ้ำ

#### 3.4 ศึกษาปริมาณสารแต่งกลิ่นรสที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

นำตัวอย่างที่ดีที่สุด จากข้อ 3.3 มาแปรปริมาณน้ำตาล เป็น 20, 24 และ 28% ของน้ำหนักแป้ง และ โปโก้ 5, 7 และ 9% ของน้ำหนักแป้ง เตรียมผลิตภัณฑ์อาหารเข้าชัญชาติโดยเติมสารแต่งกลิ่นรสตามขั้นตอนต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาตีป่นด้วยเครื่อง moulinex เป็นเวลา 1 นาที ก่อนประเมินคุณภาพเพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด โดยวิเคราะห์ค่าต่างๆดังต่อไปนี้

- ประเมินคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าต่างๆตามข้อ 3.2 วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Factorial Experiment ขนาด 2 x 3 x 3 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 2 ซ้ำ

- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยเติมผลิตภัณฑ์ลงในนมสด (whole milk) ปริมาณ 12 เท่า โดยน้ำหนัก ใช้แบบสอบถามที่มีคะแนนตั้งแต่ 0-10 โดยคะแนน 10 เป็นลักษณะที่ดีที่สุด และ 0 เป็นลักษณะที่ด้อยที่สุด ถ้าให้ต่ำกว่า 5 เป็นคะแนนที่ผู้

บริโภคไม่ยอมรับประทาน (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ข.) ใช้ผู้ทดสอบชนิดกึ่งฝึกฝน จำนวน 18 คน วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial Randomized Complete Block ขนาด  $2 \times 3 \times 3$  วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 2 ซ้ำ

### 3.5 วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณและจุลินทรีย์นมผลิตภัณฑ์อาหารเข้ารัฐชาติเสริมเส้นใยจากรำสัถ

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1984) โปรตีน (AOAC, 1984) ไขมัน (AOAC, 1984) เถ้า (AOAC, 1984) เส้นใยหยาบ (AOAC, 1984) เส้นใยอาหาร (AOAC, 1984) และ จุลินทรีย์ (Hazingen and McCance, 1976) ในผลิตภัณฑ์อาหารเข้ารัฐชาติสูตรที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเหลือง และแป้งลูกเดือย เป็น 25:35:1:8 และสูตรที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเหลือง และแป้งลูกเดือย เป็น 45:15:5:4

### 3.6 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารเข้ารัฐชาติเสริมเส้นใยจากรำสัถ

เตรียมอาหารเข้ารัฐชาติโดยใช้สูตร และการรวมวิธีการผลิตที่สรุปได้จากข้อ 3.4 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดยบรรจุในถุง Al foil/PE ภายใต้ความดันบรรยากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ  $30^{\circ}\text{C}$ ) ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเป็นเวลา 12 สัปดาห์ เก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์ค่าต่างๆดังต่อไปนี้

- ประเมินคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าต่างๆตามข้อ 3.2 วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Factorial Experiment ขนาด  $2 \times 7$  วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 2 ซ้ำ

- ประเมินคุณภาพทางเคมี โดยวัดค่า thiobarbituric acid (TBA) (Pomeranz and Meloan, 1994) วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Factorial Experiment ขนาด  $2 \times 7$  วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 2 ซ้ำ

- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส ก่อนเติมนมสด แล้วประเมินลักษณะปรากฏ และรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เติมในนมสด (whole milk) ปริมาณ 12 เท่า (แบบทดสอบ แสดงในภาคผนวก ข.) วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial Randomized Complete

Block ขนาด 2 x 7 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Stat Graphic ทดลอง 2 ซ้ำ



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย