

บทที่ 3  
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปลายอ

- เนื้อปลาทับทิม
- มันหมู
- เกลือ
- น้ำแข็งไม่ละเอียด
- โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Potassium Sorbate, Food grade, Lab P&P, Thailand)
- โพแทสเซียมซอร์เบท (Potassium Sorbate, Food grade, Lab P&P, Thailand)
- โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy protein concentrated)
- คาร์ราจีแนน (Carrageenan compound : UCB, Italy)
- น้ำตาล
- พริกไทย
- ผงชูรส
- กะเพราป่น
- เกล็ดป่น
- เลมอนบาล์มป่น
- แครอท
- เห็ดหอม
- สาหร่ายทะเลอย่างไม่ปรุงรส

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตปลายอ

- เครื่องสับผสม (Bowl chopper, Braun : Model K750, Germany)
- เครื่องอัดไส้ (Stuffer, Thailand)
- กระบอกอัดปลายอ

## อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

### 1. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดสี (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Instron Universal Testing Machine : Model 5565 )

### 2. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV/VIS Spectrophotometer : Model V-530)
- เครื่องวิเคราะห์ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw-box, Novasina : AWC200, Switzerland)
- เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Microprocessor pH-meter, Hanna Instrument : model WB14, Germany)
- เครื่องย่อยและกลั่นสำหรับวิเคราะห์โปรตีน (Tecator, USA)
- เครื่องสกัดไขมัน (Soxtec Avanti 2050, Germany)
- เตาเผาเถ้า (Oven, Gallenkamp, Muffle Furnace, England)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven, Haereous, England)

### 3. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- หม้อนึ่งความดัน (Autoclave, Iwaki Glass CO.,Ltd : Model AVC-3167, Japan)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator, Hereaus : Model D-6450 Hanna, Germany)
- เครื่องตีปั่น (Labory Blender Stomacher : Model 400, Seward Chemical, England)

### 4. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

- ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม
- แบบสอบถาม (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

## สารเคมี

- กรดบอริก (Boric acid ;  $H_3BO_3$ , Merck, Germany)
- กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid ;  $H_2SO_4$ , Merck, Germany)

- กรดไธโอบาร์บิฟูริก (2-Thiobarbituric acid ;  $C_4H_4N_2O_2S$ , Fluka, Switzerland)
- กรดอะซิติก (Acetic acid ;  $CH_3COOH$ , Merck, Germany)
- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCL, Merck, Germany)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate ;  $Cu_2SO \cdot 5H_2O$ , Merck, Germany)
- ซิลเวอร์ไนเตรต (Silver nitrate ;  $AgNO_3$ , Merck, Germany)
- ซีลีเนียมไดออกไซด์ (Selenium dioxide ;  $SeO_2$ , J.T.Baker, USA)
- เมทิลเรด (Methyl red ;  $(CH_3)_2NC_6H_4N$ , May&Baker, USA)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide ; NaOH, J.T.Baker, USA)
- โพแทสเซียมโครเมต (Potassium Chromate ;  $K_2CrO_4$ , Fluka, Switzerland)
- โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate ;  $K_2Cr_2O_4$ , Merck, Germany)
- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide ;  $NH_4OH$ , Merck, Germany)
- ซิงค์ซัลเฟต (Zinc sulfate ;  $ZnSO_4$ , Merck, Germany)
- ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether ;  $(C_2H_5)_O_{20}$ , LAB-SCAN, Ireland)
- ไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether ;  $(C_2H_5)_2O$ , LAB-SCAN, Ireland)
- PCA Plate Count Agar (Difco, USA)
- PDA Potato Dextrose Agar (Difco, USA)
- Peptone (Difco, USA)
- Tryptose Lauryl sulfate broth (Difco, USA)
- Brilliant green Lactose Bile Broth
- กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid ;  $C_4H_6O_6$ , Merck, Germany)

#### เครื่องประมวลผลทางสถิติ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel
- โปรแกรมสำเร็จรูป Mathcad 7 professional
- โปรแกรมสำเร็จรูป Statistica version 5.0
- โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 10.0

## การวางแผนการตลาด

### งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางในการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ปลายอลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร

##### ตอนที่ 1.1 การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ( Product profile )

ก่อนที่จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลายอลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร จำเป็นต้องมีการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อหาคุณลักษณะที่สำคัญตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งวิธีการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์นั้นสามารถใช้หลักการของ Ideal Ratio Profile ได้

Ideal Ratio Profile Test เป็นวิธีการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อดูลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วยค่าสัดส่วน เป็นวิธีการที่ให้ผู้บริโภคแสดงความชอบหรือความมากน้อยของลักษณะคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยผู้บริโภคจะเป็นผู้กำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์เอง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนามีเค้าโครงลักษณะที่เหมือนหรือคล้ายกับที่ผู้บริโภคต้องการ ซึ่งเค้าโครงลักษณะที่ผู้บริโภคชอบหรือต้องการจะนำมาสร้างเพื่อเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนา ในการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเค้าโครง ซึ่งในกรณีนี้ได้ทำการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยผู้บริโภคแต่ละคนอาจจะให้ Ideal product profile ที่ต่างกัน Ratio Profile ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของสัดส่วน (Ratio) ของแต่ละคนสามารถนำมาใช้เป็นค่าความคิดผลิตภัณฑ์คงที่ (Fixed ideal) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์หรือทิศทางในการเปรียบเทียบต่อไป

ค่าคะแนนที่ผู้บริโภคแต่ละคนให้กับลักษณะแต่ละอย่างของผลิตภัณฑ์ จะกำหนดให้เป็นตัวตั้งและหารด้วยคะแนนที่ถูกกำหนดว่าดีที่สุดหรือดีเลิศ หรือ Ideal หรือคะแนนที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งจะได้สัดส่วน (Ratio) ของแต่ละคน นำค่าดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Ratio mean score) ค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละลักษณะจะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบได้ง่ายกับเค้าโครงลักษณะที่ต้องการ ซึ่งเป็นค่าสัดส่วนเท่ากับ 1.00 ภาพรวมจากค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะเรียกว่า Numerical product profile จากนั้นนำค่าสัดส่วนเฉลี่ยดังกล่าวมาสร้างเป็นรูปเค้าโครงลักษณะรูปวงกลมไขว้ (Cyclic profile)

ในการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ปลายอลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร เพื่อทำการพัฒนานี้ ใช้ผู้บริโภคจำนวน 13 คน โดยให้ผู้บริโภคเป็นผู้กำหนดลักษณะคุณภาพ

ที่ผู้บริโภครู้สึกว่าสำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ และใช้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเป็นตัวอย่างในการทดสอบ จากนั้นจึงสร้างกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ในลักษณะใยแมงมุมขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

### สูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ปลายอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร

#### อัตราส่วนของส่วนประกอบพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ (ส่วนผสมหลัก)

	ปริมาณ (ร้อยละ)
เนื้ปลา	74.07
ไขมันแข็ง	12.59
น้ำแข็ง	11.11
แป้งมัน	2.23

#### ส่วนประกอบอื่น ๆ

	ปริมาณ (ร้อยละของส่วนผสมหลัก)
เกลือ	1.75
น้ำตาล	1.50
พริกไทย	0.50
ผงชูรส	0.50
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	0.07
โพแทสเซียมซอร์เบท	0.08
เห็ดหอม	1.82
สาหร่ายทะเล	0.35
แครอท	4.55
กะเพราป่น	0.07
เสจป่น	0.07
เลมอนบาล์มป่น	0.07

### วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลายอล ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร

1. เตรียมส่วนผสม โดยบดเนื้อปลาทบทิ้มและไขมัน แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส
2. สับขนาดส่วนผสมในเครื่องปั่นด้วยความเร็วคงที่ โดยเติมส่วนผสมตามลำดับดังนี้
 

เนื้อปลาและเกลือ	เป็นเวลา 3 นาที
โปรตีนถั่วเหลืองและ STPP	เป็นเวลา 1 นาที
ไขมันสลับกับน้ำแข็งเกล็ด	เป็นเวลา 4 นาที
เครื่องปรุงรสอื่นๆ	เป็นเวลา 2 นาที

 รวมเวลาสับขนาดทั้งสิ้น 10 นาทีโดยควบคุมอุณหภูมิขณะสับขนาดไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส
3. บรรจุและอัดส่วนผสมลงในแบบพิมพ์ ซึ่งรองด้านในด้วยถุงพลาสติกชนิดทนร้อน
4. นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 – 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
5. แช่ในน้ำเย็นและแกะออกจากแบบพิมพ์
6. ผึ่งให้แห้ง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส

### ตอนที่ 1.2 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปัจจัยหลักในระบบอิมัลชัน

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักของระบบอิมัลชันที่ใช้ในการผลิตปลายอล ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลายอล ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ปัจจัยหลักที่เป็นตัวทำให้เกิดอิมัลชันมี 4 ปัจจัย (เรียกว่าส่วนผสมหลัก) ได้แก่ เนื้อปลามันหมู น้ำแข็งและสารทดแทนไขมัน (โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นกับคาร์ราจีแนน อัตราส่วน 3:1) ปัจจัยจะถูกกำหนดระดับปริมาณการให้อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสม จากนั้นวางแผนการทดลองแบบ Mixture design (ไฟโรจน์, 2539) ซึ่งแผนการทดลองแบบนี้มีหลักการว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของส่วนประกอบใด ส่วนประกอบที่เหลือในสูตรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย และผลรวมของส่วนประกอบทั้งหมดต้องเท่ากับ 1.0 หรือร้อยละ 100 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ XVERT ช่วยในการกำหนดสูตร

ตารางที่ 3.1 : ค่าของระดับต่ำและระดับสูงของอัตราส่วนผสมหลัก

ส่วนผสมหลัก	ระดับต่ำ (ร้อยละ)	ระดับสูง (ร้อยละ)
เนือปลา	70	90
ไขมันแข็ง	5	15
น้ำแข็ง	10	20
สารทดแทนไขมัน	1	3

ผลของ Mixture Design ที่ประกอบด้วยตัวแปร 4 ตัวที่ได้จากโปรแกรม XVERT สามารถเลือกนำมาใช้ป็นสิ่งทดลองได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 : สิ่งทดลองของ Mixture Design ที่ผันแปรปริมาณส่วนผสมหลัก

สิ่งทดลองที่	เนือปลา (ร้อยละ)	มันหมู (ร้อยละ)	น้ำแข็ง (ร้อยละ)	สารทดแทนไขมัน (ร้อยละ)
1	84	5	10	1
2	74	5	20	1
3	74	15	10	1
4	82	5	10	3
5	72	5	20	3
6	72	15	10	3
7	70	9	20	1
8	70	15	14	1
9	70	7	20	3
10	70	15	12	3

นำสิ่งทดลองที่ได้ไปทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลายอลลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ เป็นปัจจัยคงที่ ได้แก่ เกลือ น้ำตาล พริกไทย ผงชูรส

โซเดียมไตรฟอสเฟต โฟแทสเซียมซอร์เบท เห็ดหอม สาหร่าย แครอท กะเพรา เสง และ เลมอนบาล์ม เป็นปัจจัยคงที่ (ปริมาณตามสูตรของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ) ทำการผลิตตาม กระบวนการผลิตภัณฑ์ปลายอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพรต้นแบบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

#### การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

- วัดค่าสี L และสี a , b โดยเครื่องวัดสี (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)
- วัดแรงเฉือน (Shear force) โดยเครื่อง Instron Model 5565, USA

#### การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

- หาปริมาณน้ำ (Water content) ตามวิธี AOAC (1998)
- หาค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw) เครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw- box , Novasina : AWC 200, Switzerland)
- วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Micro-processor pH meter, Hanna Instruments: Model HI 9021, USA.)

#### การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้ Ideal ratio profile ได้แก่ด้านลักษณะ ปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและการยอมรับตามเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตอนที่ 1.1 ซึ่งวิธี นี้สามารถอธิบายคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ในแง่การเปรียบเทียบเชิง ปริมาณของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาให้เป็นที่ยอมรับมากที่สุด (ไพโรจน์, 2539)

ในการทดสอบชิมจะให้ผู้ทดสอบจำนวน 8 – 12 คน ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จะทดสอบชิม ต้องทำให้สุกโดยนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ตัดให้เป็นชิ้นหนา 1 เซนติเมตร ใ้รหัสเป็นตัวเลข 3 ตัว ซึ่งสุ่มได้จากตารางสุ่มตัวอย่างลักษณะ (Attributes)

#### การวิเคราะห์และประเมินผลทางด้านสถิติ (Statistic analysis)

ขั้นตอนนี้ใช้โปรแกรม SPSS version 10.0 และโปรแกรมเชิงเส้น POM



### ตอนที่ 1.3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมสมุนไพรมะ

ปัจจัยทดลองในระบบสมุนไพรมะมี 3 ปัจจัย ได้แก่ ใบกะเพรา เสดจ และเลมอนบาล์ม ทำการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design (ไพโรจน์, 2539)

ตารางที่ 3.3 : ค่าของระดับต่ำและระดับสูงของอัตราส่วนส่วนผสมสมุนไพรมะ

ส่วนผสมสมุนไพรมะ	ระดับต่ำ (ร้อยละ)	ระดับสูง (ร้อยละ)
เสดจ	30	70
เลมอนบาล์ม	20	50
กะเพรา	20	50

ผลของ Mixture Design ที่ประกอบด้วยตัวแปร 3 ตัวที่ได้จากโปรแกรม XVERT สามารถเลือกนำมาใช้ป็นสิ่งทดลองได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 : สิ่งทดลองของ Mixture Design ที่แปรผันอัตราส่วนส่วนผสมสมุนไพรมะ

สิ่งทดลองที่	เสดจ (ร้อยละ)	เลมอนบาล์ม (ร้อยละ)	กะเพรา (ร้อยละ)
1	30	50	20
2	30	20	50
3	60	20	20
4	30	35	35
5	45	20	35
6	45	35	20

ใส่อัตราส่วนส่วนผสมสมุนไพรมะทั้งหมดร้อยละ 2 ของส่วนผสมหลัก โดยอัตราส่วนส่วนผสมสมุนไพรมะนั้นถูกกำหนดตามแต่ละสิ่งทดลองดังตารางที่ 3.4

นำสิ่งทดลองที่ได้ไปทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลายอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร โดยใช้อัตราส่วนระบบเนื้อที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1.2 และปัจจัยอื่น ๆ เป็นปัจจัยคงที่ได้แก่ เกลือ น้ำตาล พริกไทย ผงชูรส โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โปแทสเซียมซอร์เบท เห็ดหอม สาหร่าย แครอท เป็นปัจจัยคงที่ (ปริมาณตามสูตรของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ) และทำการผลิตตามกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลายอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพรต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส พร้อมทั้งวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1.2

#### ตอนที่ 1.4 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมเส้นใยอาหาร

ปัจจัยทดลองในระบบเส้นใยอาหารมี 3 ปัจจัยได้ เห็ดหอม แครอท และสาหร่ายทะเล ทำการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design

ตารางที่ 3.5 : ค่าของระดับต่ำและระดับสูงของอัตราส่วนผสมเส้นใยอาหาร

ส่วนผสมสมุนไพร	ระดับต่ำ (ร้อยละ)	ระดับสูง (ร้อยละ)
แครอท	40	90
เห็ดหอม	30	50
สาหร่ายทะเล	5	15

ผลของ Mixture Design ที่ประกอบด้วยตัวแปร 3 ตัวที่ได้จากโปรแกรม XVERT สามารถเลือกนำมาใช้เป็นสิ่งทดลองได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 : สิ่งทดลองของ Mixture Design ที่แปรผันอัตราส่วนผสมเส้นใยอาหาร

สิ่งทดลองที่	แครอท (ร้อยละ)	เห็ดหอม (ร้อยละ)	สาหร่ายทะเล (ร้อยละ)
1	65	30	5
2	45	50	5
3	55	30	15
4	40	50	10
5	40	45	15

ใช้อัตราส่วนผสมเส้นใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 7 ของส่วนผสมหลัก โดยอัตราส่วนผสมเส้นใยอาหาร ได้กำหนดตามแต่ละสิ่งทดลองดังตารางที่ 3.6

นำสิ่งทดลองที่ได้ไปทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลายอล ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร โดยใช้อัตราส่วนระบบเนื้อที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1.2 และปัจจัยอื่น ๆ เป็นปัจจัยคงที่ได้แก่ เกลือ น้ำตาล พริกไทย ผงชูรส โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โพแทสเซียมซอร์เบท เห็ดหอม สาหร่าย แครอท เป็นปัจจัยคงที่ (ปริมาณตามสูตรของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ) ทำการผลิตตามกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลายอล ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพรต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส พร้อมทั้งวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1.2

ตอนที่ 1.5 การกลั่นกรองปัจจัยทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

ปัจจัยที่ต้องทำการกลั่นกรองมีทั้งหมด 8 ปัจจัยได้แก่ เกลือ น้ำตาล พริกไทย ผงชูรส โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โพแทสเซียมซอร์เบท ส่วนผสมสมุนไพรและส่วนผสมใยอาหารโดยวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design ( N=12 ) (ไพโรจน์, 2539) ซึ่งทำให้ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 12 สิ่งทดลอง

กำหนดให้ปัจจัยต่าง ๆ แทนด้วยตัวอักษรและกำหนดช่วงค่าที่ทดลองโดยประมาณซึ่งมีที่มาจากสูตรทั่วไปสำหรับผลิตภัณฑ์ปลายอล ดังต่อไปนี้

	ระดับต่ำ (-) (ร้อยละ)	ระดับสูง (+) (ร้อยละ)
A แทน เกล็ด	1.0	2.5
B แทน น้ำตาล	1.0	3.0
C แทน พริกไทย	0.5	2.0
D แทน ผงชูรส	0.2	0.5
E แทน โซเดียมไตรฟอสเฟต	0.1	0.2
F แทน โพแทสเซียมซอร์เบท	0.05	0.1
G แทน ส่วนผสมสมุนไพร	0.2	0.5
H แทน ส่วนผสมเส้นใยอาหาร	4.0	7.0
I, J และ K แทน Dummy variables		

ตารางที่ 3.7 : แสดงแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design

สิ่งทดลอง	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-
2	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+
3	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
4	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
5	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
6	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+
7	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+
8	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-
9	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-
10	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
11	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : + หมายถึงการกำหนดให้ปัจจัยนั้นอยู่ในระดับสูง - หมายถึงการกำหนดให้ปัจจัยนั้นอยู่ในระดับต่ำ

นำสิ่งทดลองที่ได้ไปทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลายอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร โดยใช้อัตราส่วนผสมหลักที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1.2 และทำการผลิตตามกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลายอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพรต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส พร้อมทั้งวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1.2

### ตอนที่ 1.6 การหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยทดลอง

นำปัจจัยที่กลั่นกรองได้ โดยพิจารณาจากความสำคัญที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาทำการหาระดับที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) กำหนดให้แต่ละปัจจัยทดลองมี 5 ระดับ คือ ระดับสูง (+1) ระดับต่ำ (-1) จุดกึ่งกลาง (0) และตำแหน่ง  $\pm\alpha$

ดำเนินการทดลองและทดสอบผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1.2 ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยทดลองต่อไป

## ตอนที่ 2 การทดลองเพื่อหากระบวนการผลิตที่เหมาะสม

ดำเนินการทดลอง 2 การทดลอง ดังต่อไปนี้

### ตอนที่ 2.1 การหาอัตราเร็วและระยะเวลาในการสับนวดที่เหมาะสม

กระบวนการสับนวดถือว่ามีมีความสำคัญมากต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชัน เนื่องจากเป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะอีมัลชันที่คงตัว เนื้อสัมผัสที่ดีมีความละเอียด สม่ำเสมอ และยืดหยุ่นดี การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสับนวด ประกอบด้วย 2 ปัจจัยทดลองคือ อัตราเร็วและระยะเวลาในการสับนวด โดยทำการศึกษาหาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยและอิทธิพลร่วมของปัจจัย จึงวางแผนการทดลองแบบ  $2^2$  factorial experiment รวมกับจุดกึ่งกลาง ทำการทดลองทั้งหมด 2 ขั้ว เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลองแบบ Duncan's multiple-rang test (DMRT) ซึ่งสามารถจัดสิ่งทดลองได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 3.8 : แสดงแผนการทดลองแบบ  $2^2$  Factorial experiment ร่วมกับจุดกึ่งกลางของการทดลอง

สิ่งทดลอง	ปัจจัยที่มีผลต่อการสับขนาดผลิตภัณฑ์	
	ระยะเวลาในการสับขนาด (นาที)	อัตราเร็วในการสับขนาด (rpm)
1	8	1273
2	14	1273
3	8	1907
4	14	1907
5	11	1589

นำสิ่งทดลองที่ได้ไปทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลายอลูมิเนียมผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร โดยใช้สูตรการผลิตที่ได้จากตอนที่ 1

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส พร้อมทั้งวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1.2

บันทึกข้อมูลที่ได้ทั้งหมดและนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (เช่นเดียวกับข้อ 1.2) เพื่อสรุปกระบวนการสับขนาดที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์

#### ตอนที่ 2.2 การหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการต้มผลิตภัณฑ์

เมื่อได้สูตรและกระบวนการสับขนาดผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว จะทำการศึกษากระบวนการต้มโดยศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ต้ม วางแผนการทดลองแบบ  $2^2$  Factorial experiment with 2 center points ได้สิ่งทดลองดังตารางที่ 3.9

**ตารางที่ 3.9 :** แผนการทดลองแบบ  $2^2$  Factorial experiment with 2 center points

สิ่งทดลอง	ปัจจัยที่มีผลต่อการต้มผลิตภัณฑ์	
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
(1)	73	28
a	87	28
b	73	42
ab	87	42
cp1	80	35
cp2	80	35

นำสิ่งทดลองที่ได้ไปทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลายอลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร โดยใช้สูตรการผลิตจากตอนที่ 1

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส พร้อมทั้งวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1.2

บันทึกข้อมูลที่ได้ทั้งหมดและนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (เช่นเดียวกับข้อ 1.2) สรุปกระบวนการต้มผลิตภัณฑ์ปลายอลที่เหมาะสม

### ตอนที่ 3 การผลิตผลิตภัณฑ์ปลายอลดไขมัน ผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพรจากสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์จากสูตรและกระบวนการผลิตที่ได้ทำการศึกษามาแล้ว รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

- วัดค่าสี L และสี a, b โดยเครื่องวัดสี (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)
- วัดเนื้อสัมผัส (Shear force) โดยเครื่อง Instron Model 5565 ,USA

#### การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

- หาปริมาณน้ำ (Water content) ตามวิธี AOAC (1998)

- หาค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw) เครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw- box , Novasina : AWC 200,Switzerland)
- วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Micro-processor pH meter, Hanna Instruments: Model HI 9021,USA.)
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Semi-micro Kjeidahl distillation (AOAC, 1998)
- วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธี AOAC (1998)
- วิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ตามวิธี The Fertilisers and Feeding Stuffs Regulation, 1976(ลักษณะและ นิธิยา, 2544)
- วิเคราะห์ Thiobarbituric acid number ตามวิธี Pearson, 1976
- วิเคราะห์ปริมาณเกลือ ตามวิธีของ Mohr (AOAC ,1998)
- วิเคราะห์ปริมาณกรดซอร์บิค ตามวิธี AOAC (1998)
- วิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้งหมด ตามวิธี AOAC (1998)

#### การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Total plate count (AOAC, 1998)
- หาปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี Pour plate (AOAC, 1998)
- ตรวจสอบเชื้อ Coliform และ *E. coli* โดยวิธี MPN (AOAC, 1998)

#### การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้ Ideal ratio profile ได้แก่ด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและการยอมรับตามเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตอนที่ 1.1



#### ตอนที่ 4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยวางแผนการทดลอง ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 1, 5, 10, 20 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อการวิเคราะห์ทางด้านเคมี กายภาพ จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัส ทุก ๆ สัปดาห์ ดังต่อไปนี้

##### ด้านการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม โดยใช้ Ideal Ratio Profile technique (ไพโรจน์, 2539)

##### การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

โดยหาปริมาณน้ำ ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ วิเคราะห์ Thiobarbituric acid number และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เช่นเดียวกับตอนที่ 1.2

##### การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและด้านจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับตอนที่ 3

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ เพื่อหาระยะเวลาของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพยอมรับได้