

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

#### 1. วัตถุดิบ

1.1 แกลบ (โรงสีข้าวตัวอย่างโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา)

#### 2. สารเคมี

2.1 กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 37 %

2.2 Carbopol polymer

2.3 Heteropolysaccharide

2.4 Cellulosic thickeners

2.5 Fatty alcohols

2.6 Fatty acid esters

2.7 Sorbitan esters

2.8 alkyl phosphates and fatty alcohols

2.9 Polysorbates

2.10 Glycerin

2.11 Lanolin + Mineral oil

2.12 Cyclomethicone and Dimethiconol

2.13 Vegetable triglyceride

2.14 Synthetic Purcellin oil

2.15 Neutralizer

2.16 Perservative 1

2.17 Perservative 2

2.18 red color (oil soluble)

2.19 Floral fruit scent

2.20 Fixative

### 3. อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 3.1 Tryptic Soy Agar (Merck)
- 3.2 Tryptic Soy Broth (Merck)
- 3.3 Lethen Agar (Merck)
- 3.4 Lethen Broth (Merck)
- 3.5 Potato Dextrose agar (Himedia)
- 3.6 Sabouraud Dextrose Agar (Merck)
- 3.7 MacConkey agar (Merck)
- 3.8 Vogel Johnson Agar (Merck)
- 3.9 Selenite Cystine Broth (Merck)
- 3.10 SS. Agar (Merck)

### 4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตซีลีจากแกลบข้าว

- 4.1 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)
- 4.2 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
- 4.3 เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- 4.4 เตาให้ความร้อน (Hot plate)
- 4.5 ผ้ากรองทนกรด-ด่าง
- 4.6 กระดาษลิตมัส
- 4.7 เครื่องแก้ว ได้แก่ ขวดปรับปริมาตร กระจบอกดวง กระจกนาฬิกา บีกเกอร์
- 4.8 ถ้วยครุซีเบิ้ล (procelain crucible)
- 4.9 ถังมือยางและถังมือกันความร้อน
- 4.10 เตาแก๊ส
- 4.11 หม้อสแตนเลส

### 5. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตครีมขัดผิว

- 5.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

- 5.2 เครื่องชั่งดิจิตอลที่มีความละเอียด 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
- 5.3 เครื่องกวนผสม (Mixer)
- 5.4 เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (ยี่ห้อ Pro Scientific)
- 5.5 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
- 5.6 เทอร์โมมิเตอร์
- 5.7 นาฬิกาจับเวลา

## 6. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

### 6.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ

- 6.1.1 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CM-3500d)
- 6.1.2 เครื่องวัดค่าสี (Handy colorimeter Model NR-3000: NIPPON)
- 6.1.3 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer Model DV- II+)
- 6.1.4 ชุดเครื่องร่อนแยกด้วยตะแกรง (Sieve analysis) เพื่อคัดแยกขนาดของซิลิกา

### 6.2 คุณภาพทางเคมี

- 6.2.1 เครื่องวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางเคมีของซิลิกา (X - ray Analytical Microscope : XAM) บริษัท Horiba รุ่น XGT-2000W ของภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 6.2.2 เครื่องศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค (microstructure) จากภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) รุ่น Jeol JSM – 5600 LV จากศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 6.2.3 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH Meter ยี่ห้อ Cyberscan รุ่น 500)
- 6.2.4 เครื่องวัดค่าความชื้นด้วยรังสีอินฟราเรด

### 6.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- 6.3.1 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง (autoclave)

6.3.2 ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์

6.3.3 ตู้เขี่ยเชื้อแบบ Larminar flow

#### 6.4 เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพครีมขัดผิวทางด้านคลินิก

6.4.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำมันผิวหนังหรือความชุ่มชื้นผิว Skin Diagnostic SD 27

(Courage & Khazaka, Colong, Germany)

6.4.2 เครื่องวัดความยืดหยุ่นของผิวหนัง Cutometer MPA 580

(Courage & Khazaka, Colong, Germany)

### วิธีการ

#### 1. สำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สำหรับขัดผิว และผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว

2.3 ทำการศึกษาข้อมูลของผู้บริโภคเบื้องต้นด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม

(Focus group discussion)

ทำการอภิปรายกลุ่ม กับผู้บริโภคเป้าหมายเพศหญิงที่มีอายุระหว่าง 20-60 ปี จำนวน 8-10 คน โดยแยกศึกษาเป็น 4 ช่วงกลุ่มอายุคือ 20-30 ปี 30-40 ปี 40-50 ปี และ 50-60 ปี โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้ผลิตภัณฑ์ขัดผิว หรือเป็นผู้ที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ขัดผิวต่อเนื่องอยู่เป็นประจำ โดยทำการศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1.1 พฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ขัดผิว

โดยถามคำถามเกี่ยวกับ รูปแบบและลักษณะของผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่เคยใช้ วิธีการใช้ ความถี่ในการใช้ ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์ที่เคยใช้และที่ใช้เป็นประจำ เหตุผลในการใช้ ปัจจัยในการเลือกซื้อ ค่าใช้จ่ายในการซื้อ/ครั้ง และ ปัญหาในการใช้ผลิตภัณฑ์

1.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าวที่ผู้บริโภคต้องการ

ถามคำถามเกี่ยวกับความต้องการในด้านคุณภาพ และรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เช่น ลักษณะของผลิตภัณฑ์ รูปแบบของฉลากที่ใช้เป็นสารขัดผิว ความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ว่าเหมาะที่จะใช้กับส่วใดของร่างกาย ความต้องการที่จะให้ผสมสารชนิดอื่นเพื่อเพิ่มคุณภาพ สีของผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุ ราคา ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ และข้อเสนอแนะ ด้านอื่นๆ รวมถึงทัศนคติและความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์

## 1.2 ทำการสำรวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายโดยการออกแบบสอบถาม

นำผลจากการอภิปรายกลุ่มมาเป็นแนวทางในการออกแบบสอบถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ขัดผิว และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว โดยการออกแบบสอบถามกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 20-60 ปี ในเขตกรุงเทพฯ โดยทำการสำรวจในช่วงเดือน สิงหาคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2547 ใช้วิธีสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non probability sampling) โดยสุ่มแบบโควต้า (Quota sampling) (ศิริวรรณ และ คณะ, 2540) ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามช่วงอายุตั้งแต่ 20-60 ปี ได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 20-30 ปี 31-40 ปี 41-50 ปี และ 51-60 ปี ตามลำดับ และทำการสุ่มตัวอย่างให้ได้จำนวนเท่าๆ กันในทุกกลุ่ม โดยวิธีการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะใช้สูตรของ Cooper (1998) ซึ่งผลจากการสำรวจผู้บริโภคขั้นต้น โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 35 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้คำนวณค่าสัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจใช้ผลิตภัณฑ์ พบว่ามีผู้สนใจในผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าวจำนวน 32 คน ซึ่งคิดเป็น  $\frac{32 \times 100}{35} = 91.43\%$  จะถูกนำไปใช้ในสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$n = Z^2 pq / E^2$$

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

p = สัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ (0.9143)

q = 1-p (0.0857)

E = ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ (ร้อยละ 5)

Z = ความเชื่อมั่นที่กำหนด (ร้อยละ 95) = 1.96

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} \quad n &= \frac{1.96^2 * 0.9143 * 0.0857}{0.05^2} \\ &= 120.40 \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงสำรวจผู้บริโภคโดยใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างประมาณ 121 คน

ในส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิว ซึ่งให้ผู้บริโภคให้ระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ 5 ระดับ (1 = ให้ความสำคัญน้อยที่สุด และ 5 = ให้ความสำคัญมากที่สุด) โดยช่วงความกว้างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชั้น สามารถคำนวณตามวิธีการของ Cooper (1998) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} &= (\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}) / \text{จำนวนชั้น} \\ \text{แทนค่าในสูตร} \quad \text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} &= (5-1) / 5 \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

ซึ่งมีความหมายของแต่ละระดับชั้นดังนี้

คะแนนเฉลี่ยในช่วง	1.00 – 1.80	หมายถึง	มีความสำคัญน้อยที่สุด
	1.81 – 2.60	หมายถึง	มีความสำคัญน้อย
	1.80 – 2.60	หมายถึง	มีความสำคัญปานกลาง
	3.41 – 4.20	หมายถึง	มีความสำคัญมาก
	4.21 – 5.00	หมายถึง	มีความสำคัญมากที่สุด

1.3 ทำการทดสอบแนวความคิดผลิตภัณฑ์ขัดผิว (product concept testing) โดยนำรูปแบบของผลิตภัณฑ์ขัดผิวสำหรับบริเวณลำตัวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ ครีมขัดผิว เจลขัดผิว เจลอาบน้ำผสมเม็ดสครับ และ ครีมหาบน้ำผสมเม็ดสครับ มาสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์ และถามความต้องการซื้อของผู้บริโภคภายหลังการอ่านแนวความคิดผลิตภัณฑ์แล้ว พร้อมทั้งให้เรียงลำดับรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด โดยให้ ลำดับ 1 = ต้องมากที่สุด 2 = ต้องการมาก 3 = ต้องการปานกลาง และ 4 = ต้องการน้อยที่สุด พร้อมทั้งบอกถึงความต้องการซื้อในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยการออกแบบสอบถามกับกลุ่มเป้าหมายเพศหญิงในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 100 คน

ใช้วิธีการสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น โดยวิธีการสุ่มตามสะดวก (Convenient sampling) (ศิริวรรณ และ คณะ, 2540) วิเคราะห์ผลการทดสอบด้วยวิธี Friedman's Test (เพ็ญขวัญ, 2536) (สูตรและวิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก) ซึ่งผลที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ขั้วผิว ตามรูปแบบที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด

## 2. การพัฒนากระบวนการผลิตซิลิกาจากแกลบข้าว

การพัฒนากระบวนการผลิตซิลิกาจากแกลบข้าว จะเริ่มจากการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิต โดยใช้แผนการทดลองแบบ  $2^{4-1}$  fractional factorial ซึ่งจะพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อค่าคุณภาพของซิลิกาเป็นหลัก จากนั้นจะนำปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตมาทำการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ (Lab scale) โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial) และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธีพินิวตตอบสนอง ซึ่งจะใช้ค่าคุณภาพของซิลิกาในทางการค้าเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม และสุดท้ายคือการนำสภาวะที่เหมาะสมจากในระดับห้องปฏิบัติการที่ทดลองได้ มาทำการผลิตในระดับขยายสเกล และทำการตรวจสอบคุณภาพของซิลิกาโดยอ้างอิงคุณลักษณะในทางการค้า พร้อมทั้งกีดต้นทุนของการผลิตในระดับขยายสเกล ซึ่งขั้นตอนการผลิตซิลิกาจากแกลบข้าวในระดับห้องปฏิบัติการ มีกรรมวิธีการผลิตดังนี้ (ดัดแปลงจาก Liou, 2003)

- 1) นำแกลบมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง
- 2) อบให้แห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ  $60^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
- 3) นำตัวอย่างแกลบ 100 กรัม ต้มกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1.5 ลิตร บน Hot plate เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ในแกลบ และสิ่งเจือปนพวกโลหะไอออนบวกที่ไม่ต้องการออก
- 4) ล้างแกลบที่ผ่านการต้มแล้ว ด้วยน้ำสะอาดจนหมดความเป็นกรด โดยการวัดค่าความเป็นกรดของน้ำที่ใช้ล้างในแต่ละครั้ง จนกระทั่งได้ค่าความเป็นกรดที่เป็นกลาง (pH 6.50-7.50)
- 5) อบแกลบให้แห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ  $60^{\circ}\text{C}$  นาน 4 ชั่วโมง
- 6) นำแกลบที่ผ่านการอบแห้งมาเผาไล่ควันด้วยเตาแก๊สเพื่อกำจัดสารระเหย โดยการคว่ำแกลบในกระทะเหล็ก จนกระทั่งหมดควัน จะได้เถ้าแกลบดำ
- 7) หลังการเผาไล่ควัน แบ่งตัวอย่างเถ้าแกลบใส่ในถ้วยครุชเชิลประมาณ 8.8 กรัม แล้วเข้าเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) จนได้เถ้าแกลบสีขาว

## 2.1 การคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตซีลิกาจากแกลบข้าว

วางแผนการทดลองเพื่อทำการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตซีลิกาจากแกลบข้าว โดยใช้แผนการทดลองแบบ  $2^{4+1}$  fractional factorial (Montgomery, 1984) โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 4 ปัจจัยคือ ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ระยะเวลาในการต้มแกลบกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก อุณหภูมิในการเผาแกลบ และระยะเวลาในการเผาแกลบ ซึ่งปัจจัยและระดับในการทดลองที่ศึกษา แสดงดังตารางที่ 11 และ 12

ตารางที่ 11 ปัจจัยและระดับที่ใช้ในการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของซีลิกาในกระบวนการผลิต

ปัจจัย	ระดับ	
	-1	+1
A: ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (M)	0.8	1.2
B: ระยะเวลาในการต้มแกลบกับสารละลายกรด (นาที)	45	75
C: อุณหภูมิในการเผา (°C)	500	700
D: ระยะเวลาในการเผา (ชั่วโมง)	5	7

ตารางที่ 12 แผนผังการทดลองแบบ  $2^{4-1}$  fractional factorial (Defining contrast I= ABCD) เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิต

สิ่งทดสอบ	Basic Design				Treatment combination	ค่าจริงของปัจจัย			
	A	B	C	D		ความเข้มข้นของสารละลาย HCl (M)	เวลาในการต้มแกลบกักรด (นาที)	อุณหภูมิในการเผาแกลบ (°C)	เวลาในการเผาแกลบ (ชั่วโมง)
1	-	-	-	-	(1)	0.8	45	500	5
2	+	-	-	+	ad	1.2	45	500	7
3	-	+	-	+	bd	0.8	75	500	7
4	+	+	-	-	ab	1.2	75	500	5
5	-	-	+	+	cd	0.8	45	700	7
6	+	-	+	-	ac	1.2	45	700	5
7	-	+	+	-	bc	0.8	75	700	5
8	+	+	+	+	abcd	1.2	75	700	7

นำสิ่งทดสอบทั้ง 8 สิ่งทดสอบ มาทำการตรวจวัดคุณภาพดังนี้

### 2.1.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ

- 1) วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CM-3500d
- 2) กำหนดเปอร์เซ็นต์ผลผลิตซิลิกา (% yield) โดยคิดจากน้ำหนักของซิลิกาที่ได้เทียบกับน้ำหนักแกลบเริ่มต้น

### 2.1.2 คุณภาพทางด้านเคมี

- 1) วัดความบริสุทธิ์ของซิลิกา ด้วยเครื่อง X-ray Analytical Microscope (XAM) ของบริษัท Horiba รุ่น XGT-2000 W ซึ่งแสดงผลเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก โดยใช้หัววัด ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 ไมครอน ระยะเวลาในการวัด 300 วินาที ความต่างศักย์ของ

กระแสไฟฟ้าใน X-ray Tube มีค่า 50 kV และใช้กระแสไฟฟ้า 1.0 mA และคำนวณ ร้อยละของแต่ละธาตุด้วยวิธี Matrix compensation แบบ Fundamental parameter method

2) วัดค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ด้วยเครื่องวัดความชื้น โดยใช้รังสีอินฟราเรด

คัดเลือกปัจจัยที่มีผลโดยพิจารณาจากค่าคุณภาพของซิลิกาได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ ค่าสี และ เปอร์เซ็นต์ผลผลิตซิลิกา (% yield) ในแต่ละสิ่งทดลอง จากนั้นคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของซิลิกาที่ได้จากกระบวนการผลิต มาทำการศึกษาอย่างละเอียดในขั้นต่อไป

## 2.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตซิลิกาจากแกลบข้าวในระดับห้องปฏิบัติการ

นำปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตจากข้อ 2.1 ได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (M) และอุณหภูมิในการเผาแกลบ ( $^{\circ}\text{C}$ ) มาทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล คือ  $3 \times 3$  Factorial in CRD ที่ระดับ คือ ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (M) ที่ 0.8 M 1.0 M และ 1.2 M และอุณหภูมิในการเผาแกลบ ( $^{\circ}\text{C}$ ) ที่  $550^{\circ}\text{C}$   $600^{\circ}\text{C}$  และ  $650^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ โดยนำสิ่งทดลองทั้ง 9 มาทำการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี เช่นเดียวกับข้อ 2.1.1 และ 2.1.2 ตามลำดับ ทำการศึกษาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลองของค่าคุณภาพที่ได้จากการวัดค่า จากนั้นทำการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิต โดยพิจารณาจากค่าคุณภาพของซิลิกา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ ค่าสี ( $L^* a^* b^*$ ) ค่าความแตกต่างของสีเมื่อเทียบกับซิลิกาในทางการค้า ( $\Delta E^*_{ab}$ ) เปอร์เซ็นต์ผลผลิตซิลิกา และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากนั้นนำข้อมูลจากแต่ละสิ่งทดลองมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือสมการรีเกรสชัน (regression) ลำดับที่ 2 (Quadratic model) โดยใช้วิธีการสร้างแบบรวมตัวแปรทุกตัวมาไว้ในสมการ (Enter) คัดเลือกเฉพาะสมการที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ( $R^2$ ) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.75 (Hu, 1999) มาเพื่อใช้สร้างกราฟ Contour plot วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธีพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology: RSM) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งจะใช้เกณฑ์คุณภาพของซิลิกาที่มีจำหน่ายในทางการค้าซึ่งใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสภาวะของการผลิตที่เหมาะสม

### 2.3 ศึกษาการผลิตซิกาจากแกลบข้าวในระดับขยายสเกล

ทำการผลิตซิกาจากแกลบข้าวในระดับขยายสเกล โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 2.2 มาใช้ในการผลิต และตรวจสอบความแตกต่างของค่าคุณภาพระหว่างการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ และในระดับขยายสเกลด้วยวิธี t-test (Independent sample t-test) พร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพของซิกาที่ผลิตได้โดยอ้างอิงคุณลักษณะของการตรวจวัดตามคุณภาพของซิกาในทางการค้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ที่ใช้เป็นสารขัดฟัน (บริษัท สยามซิกา จำกัด) ดังนี้

#### 2.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

- 1) วัดค่าสี ( $L^* a^* b^*$ ) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CM- 3500d
- 2) คัดแยกขนาดของอนุภาค ด้วยชุดเครื่องร่อนแยกด้วยตะแกรง (Sieve Analysis) โดยใช้ ตะแกรง ขนาด 40 60 80 และ 100 mesh
- 3) ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค (microstructure) ของซิกาจากภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) รุ่น Jeol JSM – 5600 LV

#### 2.3.2 คุณภาพทางเคมี

- 1) วัดค่าความเป็นกรดต่าง ด้วยเครื่อง pH Meter ยี่ห้อ รุ่น Cyberscan 500
- 2) วัดความบริสุทธิ์ของซิกาด้วยเครื่อง X-ray Analytical Microscope
- 3) วัดค่าความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้นด้วยรังสีอินฟราเรด

#### 2.3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

- 1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)
- 2) ปริมาณยีสต์และรา (Yeast & Mold)

### 2.4 ทำการคำนวณต้นทุนการผลิตซิกาในระดับขยายสเกล

### 3. การพัฒนาสูตรครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว

3.1 ศึกษาค่าคุณภาพของครีมขัดผิวสูตรพื้นฐานเทียบกับคุณภาพของครีมขัดผิวในท้องตลาด

ทำการผลิตครีมขัดผิวสูตรพื้นฐาน (ดัดแปลงจากพงษ์ศิริ, 2546) ซึ่งมีส่วนประกอบและกรรมวิธีการผลิตแสดงดังตารางที่ 13 และ ภาพที่ 12 ตามลำดับ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพเทียบกับครีมขัดผิวที่ใช้สำหรับบริเวณลำตัว ซึ่งมีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อ ได้แก่ ยี่ห้อ A ยี่ห้อ B และ ยี่ห้อ C โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกที่พิจารณาจากรูปแบบและส่วนประกอบที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวสูตรพื้นฐานที่จะทำการพัฒนา ทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี ทางกายภาพ ทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางคลินิก ของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด เทียบกับสูตรพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาพัฒนาสูตรพื้นฐาน เพื่อให้ได้สูตรครีมขัดผิวที่มีค่าคุณภาพอยู่ในช่วงเดียวกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยคุณภาพที่ทำการตรวจวัดมีรายละเอียด ดังนี้

#### 3.1.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

- 1) วัดค่าสีด้วยเครื่อง Handy colorimeter ยี่ห้อ Nippon รุ่น NR-3000
- 2) วัดค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง pH Meter ยี่ห้อ Cyberscan รุ่น 500
- 3) วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer Model DV-II+ (ใช้เข็มเบอร์ 6 ที่ความเร็วรอบ 10 rpm) โดยควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างที่  $25.0 \pm 0.2$  °C
- 4) ทดสอบความคงตัวของสูตรพื้นฐานด้วยวิธี Freeze-Thaw cycle ( $-4$  °C /24 ชั่วโมง และ  $45$  °C /24 ชั่วโมง) จำนวน 5 รอบ โดยในแต่ละรอบจะทำการวัดค่าเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่าง และค่าความหนืด (วัดความหนืดโดยใช้เข็มเบอร์ 5 ที่ความเร็วรอบ 50 rpm) รวมถึงดูการแยกชั้นของครีมขัดผิว

#### 3.1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบเชิงพรรณนา (Qualitative Descriptive Analysis: QDA) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 13 คน ประเมินคุณภาพของครีมขัดผิว โดยแบ่งออกเป็น ระหว่างการใช้ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การกระจายตัวของเม็ดขัด ความ

แหลมคมของเม็ดขัด การกระจายตัวของเนื้อครีม และภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความเนียนนุ่ม/เรียบเนียนผิว ความชุ่มชื้นผิว ความรู้สึกสะอาด ความแห้งผิว และการเกิดผื่นแดง (Moskowitz, 1984)

### 3.1.3 คุณภาพทางคลินิก

ทำการทดสอบคุณภาพของผิวหนังทางคลินิก ก่อนและภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิว โดยใช้อาสาสมัคร 13 คน ซึ่งต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพผิวดี ไม่มีประวัติการแพ้ ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์บริเวณท้องแขนด้านใน (volar forearm) ด้านซ้ายและขวา โดยเริ่มจากการทำความสะอาดบริเวณที่จะทดสอบด้วยน้ำสะอาดแล้วเช็ดให้แห้ง จากนั้นกำหนดพื้นที่ของบริเวณที่จะทดสอบตัวอย่าง ซึ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 4x4 เซนติเมตร ใช้ตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ขัดผิวในบริเวณที่กำหนดในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจำนวน 20 รอบ จากนั้นใช้สำลีชุบน้ำเช็ดทำความสะอาดทิ้งให้ผิวแห้งประมาณ 10 นาที และทำการวัดค่าคุณภาพของผิวหนัง โดยทั้งหมดนี้ต้องกระทำในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ ที่  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  และ ความชื้นสัมพัทธ์ 40-60 % RH (Dobrev, 2000)

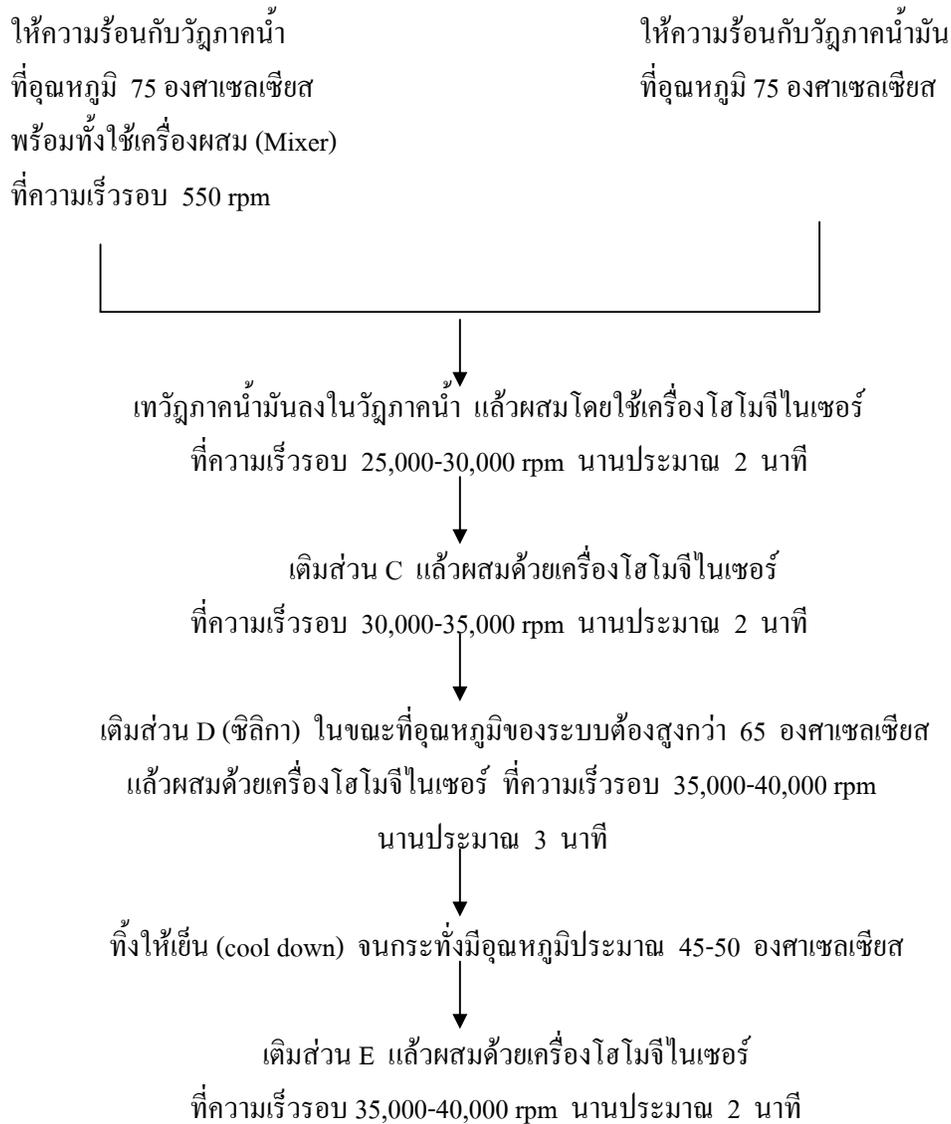
วัดความยืดหยุ่นผิวของหนังก่อนและหลังการใช้ครีมขัดผิว ด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580 (Courage & Khazaka, Colong, Germany) โดยใช้หลักการดูดผิวหนังด้วยความดันที่ 450 mbar ใช้ หัววัด (probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm และมีสภาวะของการวัดคือ On-time 5 วินาที และ Off-time (Relaxation time) 3 วินาที โดยจำนวนซ้ำต่อการวัดค่า 1 ครั้ง คือ 10 repetitions

วัดปริมาณน้ำมันผิวหนังหรือความชุ่มชื้นผิว ก่อนและภายหลังการใช้ครีมขัดผิว ด้วยเครื่อง Skin Diagnostic SD 27 (Courage & Khazaka, Colong, Germany)

ตารางที่ 13 ส่วนประกอบของครีมขัดผิวสูตรพื้นฐาน

วัฏภาค	สารเคมี	ร้อยละ
A (วัฏภาคน้ำ)	Water	80.45
	Carbopol polymer	0.2
	Heteropolysaccharide	0.3
	Cellulosic thickeners	0.3
B (วัฏภาคน้ำมัน)	Fatty alcohols	1
	Fatty acid esters	0.1
	Sorbitan esters	1
	Polysorbates	1.5
	Glycerin	5
	Lanolin + Mineral oil	1
	Vegetable triglyceride	1
	Synthetic Purcellin oil	1
C	Water	5
	Neutralizer	0.5
D	Silica (exfoliating agent)	3.0
E	Perservative 1	0.3
	Perservative 2	0.4

ที่มา: คัดแปลงจากพงษ์ศิริ (2546)



ภาพที่ 12 กรรมวิธีการผลิตครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแคลบข้าว  
ที่มา: ดัดแปลงจากพงษ์ศิริ (2546)

### 3.2 การพัฒนาครีมขัดผิวสูตรพื้นฐาน

จากสูตรพื้นฐานในข้อ 3.1 นำมาปรับสูตรเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม โดยให้มีค่าคุณภาพอยู่ในช่วงเดียวกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ซึ่งจะทำให้การปรับปรุงคุณภาพของสูตรพื้นฐานทั้งทางด้านเคมี ภายนอก และทางประสาทสัมผัส ดังนี้

#### 3.2.1 การพัฒนาคุณภาพของครีมขัดผิวทางด้านเคมีและภายนอก

โดยใช้ Carbopol polymer ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารให้ความหนืดในเฟสของน้ำ ทำการทดลองโดยเติม Carbopol polymer ลงในสูตรครีมขัดผิวที่ร้อยละ 0.3 0.4 และ 0.5 ตามลำดับ ทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง ทางด้านภายนอก ได้แก่ ค่าความหนืด และทางประสาทสัมผัสในด้านคะแนนความชอบ ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale พร้อมกับ Just About Right โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าคุณภาพของครีมขัดผิว ทางด้านเคมีและภายนอกที่อยู่ในช่วงเดียวกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด และสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด

#### 3.2.2 การพัฒนาคุณภาพของครีมขัดผิวทางด้านประสาทสัมผัส

นำสูตรครีมขัดผิวที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.2.1 มาปรับปรุงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ซึ่งจะใช้สารที่ช่วยเพิ่มคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของครีมขัดผิว ในด้านการกระจายตัวของเนื้อครีม ความเนียนนุ่มผิว/เรียบเนียนผิว และความชุ่มชื้นผิวภายหลังการใช้ ได้แก่ alkyl phosphates and fatty alcohols ที่ร้อยละ 1 และ 3 และ Cyclomethicone and Dimethiconol ที่ร้อยละ 1 และ 5 ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (2x2 factorial) พร้อมทำซ้ำที่จุดกึ่งกลาง 2 จุด รวมทั้งสิ้น 6 สิ่งทดลอง ซึ่งระดับของปัจจัยที่ศึกษาแสดงดังตารางที่ 14

ทำการวัดค่าคุณภาพของครีมขัดผิวทั้ง 6 สูตร ทั้งทางด้านเคมี ภายนอก และทางประสาทสัมผัส ตามหัวข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 ตามลำดับ และทำการวัดค่าคุณภาพทางคลินิกในด้านปริมาณน้ำมันผิวแห้งหรือความชุ่มชื้นผิว และวัดค่าความยืดหยุ่นของผิวแห้ง ตามวิธีการข้อ 3.1.3 เพื่อดูประสิทธิภาพของครีมขัดผิวสูตรต่างๆ คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางคลินิก เป็นสำคัญ

ตารางที่ 14 ปัจจัยและระดับที่ใช้ศึกษาเพื่อเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัสของครีมขัดผิว

สูตรครีมขัดผิว	ระดับของปัจจัยที่ศึกษา	
	alkyl phosphates and fatty alcohols	Cyclomethicone and Dimethiconol
1	1	1
2	1	5
3	3	1
4	3	5
5 (cp)	2	3
6 (cp)	2	3

### 3.3 การหาศึกษาปริมาณของซิลิกาหรือสารขัดผิวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์

นำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.2.2 มาศึกษาปริมาณของสารขัดผิวหรือซิลิกาที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ ทำการทดลองโดยเติมซิลิกาลงในสูตร ที่ร้อยละ 4.5 5.5 และ 6.5 ตามลำดับ ทำการตรวจสอบคุณภาพ ทางด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง ทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าความหนืด และทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ซึ่งใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ร่วมกับการค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกจากผลการทดสอบด้วยวิธี Just About Right

### 3.4 การพัฒนาสีและกลิ่นของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแอลบข้าว

#### 3.4.1 การพัฒนาสีของผลิตภัณฑ์

โดยใช้วิธีการเรียงลำดับความชอบ (preference ranking) ของครีมขัดผิว สีต่างๆ ได้แก่ สีชมพู สีม่วง สีเขียว และสีครีม ตามลำดับ ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน วิเคราะห์ผลการทดสอบด้วยวิธี Friedman's Test (สูตรและวิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ข) คัดเลือกสีที่ผู้ทดสอบมีความชอบสูงสุด หรือเลือกเป็นอันดับ 1

### 3.4.2 การพัฒนากลิ่นของผลิตภัณฑ์

นำสูตรครีมที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว จากข้อ 3.4.1 มาทดลองเพื่อหาชนิดของกลิ่นที่เหมาะสม โดยใช้กลิ่นจำนวน 3 กลิ่น ที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด จากผลการสำรวจผู้บริโภค ได้แก่ กลิ่นดอกไม้ (Floral fruit) กลิ่นที่ให้ความผ่อนคลาย (Spring time) และกลิ่นผลไม้ (Fruity) ตามลำดับ ทดลองเติมลงในสูตรครีมที่ร้อยละ 0.5 และทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการให้คะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ตามคุณลักษณะของกลิ่น ได้แก่ กลิ่นก่อนการใช้ (ดมกลิ่นก่อนการใช้) กลิ่นระหว่างการใช้ (ดมกลิ่นเมื่อใช้ขัดบนผิวหนัง) และกลิ่นภายหลังการใช้ (ดมกลิ่นเมื่อล้างครีมขัดผิวออกจากผิวหนังแล้ว) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากกลิ่นที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ร่วมกับการค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกจากผลการทดสอบด้วยวิธี Just About Right

3.5 การตรวจสอบคุณภาพของครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแคลบข้าวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวที่ผ่านการพัฒนาแล้วตามค่าคุณภาพ ดังนี้

3.5.1 คุณภาพทางเคมี: วัดค่าความเป็นกรดด่าง (มอก. 152 - 2539) ด้วยเครื่อง pH Meter ยี่ห้อ Cyberscan รุ่น 500

#### 3.5.2 คุณภาพทางกายภาพ

1) วัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield Viscometer Model DV+ II (ใช้เข็มเบอร์ 6 ที่ความเร็วรอบ 10 rpm )

2) วัดค่าสีด้วยเครื่อง Handy colorimeter ยี่ห้อ Nippon รุ่น NR-3000

#### 3.5.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ (มอก. 152 - 2539)

1) Total Plate Count จำนวนแบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมด (Total

colony count) ต้องน้อยกว่า 1000 โคโลนีต่อกรัม หรือลูกบาศก์เซนติเมตร

2) Coliform bacteria โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 10 ต่อกรัม หรือ ลูกบาศก์เซนติเมตร

3) *Clostridium* spp. ต้องไม่พบ

4) *Staphylococcus aureus*. ต้องไม่พบ

5) *Streptococcus* spp. ต้องไม่พบ

6) *Salmonella* ต้องไม่พบ

7) *Pseudomonas aeruginosa* ต้องไม่พบ

8) *Escherichia coli* ต้องไม่พบ

### 3.5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

วัดค่าทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาตามคุณลักษณะ

ดังนี้ คุณลักษณะระหว่างการใช้ครีมขัดผิว ได้แก่ การกระจายตัวของเม็ดขัด ความแหลมคมของเม็ดขัด การกระจายตัวของเนื้อครีม และภายหลังการใช้ครีมขัดผิว ได้แก่ ความเนียนนุ่ม/เรียบเนียน ผิว ความชุ่มชื้นผิว ความรู้สึกสะอาด ความแห้งผิว และ การเกิดผื่นแดง

3.5.5 วัดค่าคุณภาพทางคลินิกของครีมขัดผิวสูตรที่พัฒนาได้ เทียบกับผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวในท้องตลาดทั้ง 3 ยี่ห้อ (ยี่ห้อ A ยี่ห้อ B และ ยี่ห้อ C) ในด้านความยืดหยุ่นของผิวหนัง ด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580 และค่าปริมาณน้ำมันผิวหนังหรือความชุ่มชื้นผิว ด้วยเครื่อง Skin Diaganostic SD 27 ก่อนและภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิว ตามวิธีการในข้อ 3.1.3

### 3.6 การคำนวณต้นทุนในการผลิตครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว

การคำนวณต้นทุนของการผลิตจะใช้สูตรของจิรพรรณ และคณะ (2525) รายงานว่า ต้นทุนของการดำเนินงานในอุตสาหกรรมเกษตร คิดเป็นสัดส่วนดังนี้ คือ จากต้นทุนทั้งหมด 100 คิดเป็นค่าวัตถุดิบร้อยละ 52 ค่าแรงงานร้อยละ 32 และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ร้อยละ 16 ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนการผลิตครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแกลบข้าว จะใช้หลักการคำนวณดังต่อไปนี้ (วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ)

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนทั้งหมด} &= \text{ค่าวัตถุดิบ} + \text{ค่าแรงงาน} + \text{ค่าใช้จ่ายอื่นๆ} \\ &= 0.52 + 0.32 + 0.16\end{aligned}$$

#### 4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแอลบข้าว ในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของซิลิกาจากแอลบข้าวที่พัฒนาได้ บรรจุใส่กระปุกแก้วขนาด 50 กรัม มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) และในสภาวะเร่งที่ 35 °C และ 45 °C ตามลำดับ จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างมาวัดค่าคุณภาพทุกสัปดาห์ เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่างๆ โดยค่าคุณภาพที่ทำการศึกษามีดังนี้

##### 4.1 คุณภาพทางกายภาพ

- 1) วัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield Viscometer Model DV+ II (ใช้เข็มเบอร์ 6 ที่ความเร็วรอบ 10 rpm)
- 2) วัดค่าสีด้วยเครื่อง Handy colorimeter ยี่ห้อ Nippon รุ่น NR-3000

4.2 คุณภาพทางเคมี : วัดค่าความเป็นกรดด่างด้วยเครื่อง pH Meter ยี่ห้อ Cyberscan รุ่น 500

##### 4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

วัดค่าทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา ตามคุณลักษณะระหว่างการใช้ ได้แก่ การกระจายตัวของเม็ดขัด ความแหลมคมของเม็ดขัด การกระจายตัวของเนื้อครีม และ ภายหลังจากใช้ ได้แก่ ความเนียนนุ่ม/เรียบเนียนผิว ความชุ่มชื้นผิว ความรู้สึกสะอาด ความแห้งผิว และ การเกิดผื่นแดง

## 5. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าว

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิวที่มีส่วนผสมของชิลิกาจากแกลบข้าว โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Home Use Test กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้บริโภคเพศหญิง อายุ 20-60 ปี จำนวน 100 คน (Moskowitz, 1984) ในเขตกรุงเทพฯ โดยทำการทดสอบในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2549 ใช้วิธีสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non probability sampling) (ศิริวรรณ และ คณะ, 2540) โดยการแจกแบบสอบถามและตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้ทดลองใช้ เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ช่วงระดับความชอบผลิตภัณฑ์ (1=ชอบน้อยที่สุด และ 9=ชอบมากที่สุด) มีการคำนวณช่วงกว้างของระดับชั้น โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้ (Cooper, 1998)

$$\text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} = (\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}) / \text{จำนวนชั้น}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} &= (9 - 1) / 9 \\ &= 0.88 \end{aligned}$$

โดยความหมาย ของแต่ละระดับชั้นเป็นดังนี้

คะแนนเฉลี่ยในช่วง	1.00 - 1.88	หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด
	1.89 - 2.77	หมายถึง ไม่ชอบมาก
	2.78 - 3.66	หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง
	3.67 - 4.55	หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย
	4.56 - 5.44	หมายถึง เฉยๆ
	5.45 - 6.33	หมายถึง ชอบเล็กน้อย
	6.34 - 7.22	หมายถึง ชอบปานกลาง
	7.23 - 8.11	หมายถึง ชอบมาก
	8.12 - 9.00	หมายถึง ชอบมากที่สุด

ในส่วนของระดับความพึงพอใจต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ครีมขัดผิว ซึ่งผู้บริโภคให้ระดับความพึงพอใจของคุณสมบัติต่างๆ 5 ระดับ (1= พึงพอใจน้อยที่สุด และ 5= พึงพอใจมาก)

ที่สุด) สามารถคำนวณความกว้างของแต่ละระดับชั้นโดยใช้สูตรของ Cooper (1998) เช่นกัน โดยความหมายของแต่ละระดับชั้น เป็นดังนี้

คะแนนเฉลี่ยในช่วง	1.00 - 1.80	หมายถึง ฟังพอใจน้อยที่สุด
	1.81 - 2.60	หมายถึง ฟังพอใจน้อย
	2.61 - 3.40	หมายถึง ฟังพอใจปานกลาง
	3.41 - 4.20	หมายถึง ฟังพอใจมาก
	4.21 - 5.00	หมายถึง ฟังพอใจมากที่สุด

## 6. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## 7. ระยะเวลาในการทำวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน 2547 สิ้นสุดเดือน มกราคม 2549



