

## วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### วัสดุ

1. ส่วนต่าง ๆ ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จากบริษัทชุมชนพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มจำกัด (มหาชน)
  - Palm Olein (PO)
  - Palm Stearin (PS)
  - Palm Kernel Oil (PKO)
  - Palm Mid Fraction (PMF)

### 2. เอนไซม์

ชื่อเอนไซม์	แหล่ง	บ. ผู้ขาย
Lipozyme	<i>Mucor michei</i>	Novo Nordisk
Lipozyme TL	<i>Thermomyces lanuginosus</i>	Novo Nordisk
Novozyme	<i>Candida antarctica</i>	Novo Nordisk

3. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ ค่าสaponิฟิเคชัน ค่าไอโอดีน และองค์ประกอบกรดไขมัน

### อุปกรณ์

1. DSC ยี่ห้อ Metter Toledo รุ่น FP 89 และ FP 90
2. เครื่องหาจุดหลอมเหลว ยี่ห้อ Fisher-John Apparatus
3. เครื่องนวดผสม (concher)
4. เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Water Shaker)
5. ดั่งหมักยี่ห้อ Eyela รุ่น MDL-301
6. ILC- FID ยี่ห้อ IATROSCAN รุ่น MK-5
7. GC ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น XLGC
8. Texture Analyser ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT2I
9. เครื่องวัดสียี่ห้อ Hunterlab รุ่น Color Flex

## วิธีการทดลอง

### 1. คัดเลือกน้ำมันปาล์มผสมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการตัดแปรร

นำน้ำมันปาล์มส่วนต่าง ๆ ได้แก่ palm olein (PO) palm stearin (PS) palm kernel oil (PKO) และ palm midfraction (PMF) มาผสมในสัดส่วน 0, 20,30, 40, 60, 70, 80 แล้ววิเคราะห์ค่าไอโอดีน (IUPAC, 1979) และวัดช่วงการหลอมเหลวด้วยเครื่อง Fischer-John Apparatus

คัดเลือกน้ำมันปาล์มผสมชนิดที่มีค่าไอโอดีนและช่วงการหลอมเหลวใกล้เคียงกับของโกโก้บัตเตอร์ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการตัดแปรรสมบัติต่อไป

### 2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเอนไซม์ไลเปสในการตัดแปรรน้ำมันปาล์มผสม

ใช้เอนไซม์ไลเปส 2 กลุ่ม คือ lipozyme จาก (*Mucor michei* บริษัท Novo Nordisk) และเอนไซม์ Novozyme (*Candida antractica* บริษัท Novo Nordisk) เพื่อตัดแปรรสมบัติของน้ำมันปาล์มผสมที่คัดเลือกจากข้อ 1 โดยศึกษาสภาวะในการทำงานของเอนไซม์แต่ละชนิดดังนี้

#### 2.1 pH เริ่มต้น

ใช้น้ำมันปาล์มผสมที่คัดเลือกจากข้อ 1 มาตัดแปรรโดยใช้เอนไซม์แต่ละชนิด ปริมาณ 5% ปรับ pH เริ่มต้นเป็น 5.5, 6.5 และ 7.5 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 0, 6, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์ค่าไอโอดีนของน้ำมันตัดแปรรที่ได้ และคัดเลือกสภาวะ pH ที่ทำให้ได้น้ำมันตัดแปรรที่มีค่าไอโอดีนใกล้เคียงกับค่าของโกโก้บัตเตอร์ เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

#### 2.2 อุณหภูมิและเวลาในการทำปฏิกิริยา

นำน้ำมันปาล์มผสมที่คัดเลือกจากข้อ 1 มาทำปฏิกิริยาโดยใช้เอนไซม์แต่ละชนิดในปริมาณ 5% และปรับ pH ตามที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.1 ใช้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 45, 50, และ 55 องศาเซลเซียส ด้วยเวลา 0,6,12,18,24 และ 48 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์ค่าไอโอดีนของน้ำมันตัดแปรรที่ได้ และคัดเลือกสภาวะอุณหภูมิและเวลาที่ทำให้ได้น้ำมันตัดแปรรที่มีค่าไอโอดีนใกล้เคียงโกโก้บัตเตอร์ เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

#### 2.3 ปริมาณเอนไซม์

นำน้ำมันปาล์มผสมที่คัดเลือกจากข้อ 1 มาทำปฏิกิริยาโดยใช้เอนไซม์แต่ละชนิดในปริมาณ 0, 2.5, 5 และ 7.5% ปรับ pH ตามค่าที่คัดเลือกจากข้อ 2.1 ใช้อุณหภูมิและเวลาในการทำปฏิกิริยาตามที่คัดเลือกจากข้อ 2.2 แล้ววิเคราะห์ค่าไอโอดีนและช่วงการหลอมเหลวของน้ำมันตัดแปรรที่ได้

ทำการคัดเลือกชุดการทดลองที่ให้น้ำมันตัดแปรรที่มีค่าไอโอดีนและช่วงการหลอมเหลวที่ใกล้เคียงกับค่าของโกโก้บัตเตอร์ แล้วนำไปควบคุมอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24

ชั่วโมง และต่อด้วยการเก็บที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นนำไปวิเคราะห์หารูปแบบการหลอมเหลวและปริมาณไขมันแข็ง โดยใช้เครื่อง DSC และเปรียบเทียบกับรูปแบบของโกโก้บัตเตอร์เพื่อคัดเลือกชนิดของน้ำมันปาล์มผสม ชนิดของเอนไซม์ และสภาวะที่เหมาะสมในการดัดแปร ที่ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติคล้ายโกโก้บัตเตอร์

### 3. ศึกษาสภาวะ tempering

นำน้ำมันดัดแปรที่คัดเลือกจากข้อ 2 บางส่วนเป็นตัวแทนในการศึกษาสภาวะในการ tempering นี้

3.1 ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันดัดแปรที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส และต่อด้วยที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 7 และ 14 วัน

3.2 ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันดัดแปรที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12,24,36 และ 48 ชั่วโมง

หลังจากการควบคุมสภาวะแล้วนำไปวิเคราะห์รูปแบบการหลอมเหลวและปริมาณไขมันแข็งเพื่อคัดเลือกสภาวะ tempering ที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบการหลอมเหลวและปริมาณไขมันแข็งที่คล้ายกับรูปแบบของโกโก้บัตเตอร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์สุดท้ายนี้จะเรียกว่า cocoa butter-like fat หรือ cocoa butter substitute (CBS)

### 4. ศึกษาการนำเอนไซม์กลับมาใช้ซ้ำ

ผลิต CBS โดยใช้เอนไซม์ที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ จำนวนอย่างน้อย 5 ครั้ง แล้ววิเคราะห์รูปแบบการหลอมเหลวและปริมาณไขมันแข็งโดยใช้เครื่อง DSC

### 5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพของ CBS ระหว่างการเก็บรักษา

นำ CBS ที่ผลิตได้จาก ข้อ 3 มาบรรจุในขวดพลาสติกที่ปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้ววิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าไอโอดีน ค่าสaponifiเคชัน และค่ากรด ที่ระยะเวลาการเก็บเป็นเวลา 0, 2,4,6,8 และ 10 สัปดาห์ นอกจากนี้วิเคราะห์รูปแบบการหลอมเหลวที่ระยะเวลาการเก็บ 0 และ 12 สัปดาห์

## 6. ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ของ CBS

6.1 ใช้ CBS ทดแทน โกโก้บัตเตอร์ (CB) ในการผลิต dark chocolate ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยใช้ CBS ทดแทน CB ในสัดส่วน 0,20,40,60,80 และ 100% ผลิต dark chocolate ตามสูตรดังนี้ น้ำตาล 49.6% CB 8.4% cocoa mass 42.0% และ lecithin 0.4% (Wainwright, 1996)

แล้ววิเคราะห์รูปแบบการหลอมเหลวของส่วนผสม CBS กับ CB ก่อนการผลิตและของ chocolate ที่ผลิตได้ พร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตที่ได้ในด้านสีโดยใช้ระบบ Hunter ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture Analyser และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยวิธี QDA (Qualitative Descriptive Analysis)

6.2 ใช้ CBS ทดแทนไขมันนมในการผลิตไอศกรีมรสช็อกโกแลต ใช้ CBS ในสัดส่วนทดแทน 75% ผลิตไอศกรีม ตามสูตรดังนี้ ไขมัน 12% น้ำตาลทราย 15% หางนม 20% และ ผงโกโก้ 2.5%

วิเคราะห์คุณภาพของไอศกรีมที่ได้ในด้านกายภาพได้แก่ การหลอมละลาย ความแข็ง นอกจากนี้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ แบบ Hedonic scale (9 ระดับ) โดยให้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป 30 คน