

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

#### วัตถุดิบ

- 1) มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง (*Cocos nucifera* Linn.) จากสวนในอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เนื่องจากคุณภาพของวัตถุดิบเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงกำหนดคุณภาพของมะพร้าวที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้ ใช้มะพร้าวอายุประมาณ 10 เดือน โดยสังเกตได้จากเปลือกด้านนอกสีเขียวเข้มถึงสีน้ำตาลแดง กาบมะพร้าวสีน้ำตาล มีน้ำเกือบเต็มผล เนื้อสีขาว มีความหนาประมาณ 1.0 เซนติเมตร
- 2) เชื้อ *Lactobacillus plantarum* จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- 3) เอนไซม์ Viscozyme L (100 FBG/g) เป็นเอนไซม์ผสมประกอบด้วย cellulase, hemicellulase, arabanase, xylase และ beta-glucanase จากบริษัท ยูแอนดีวี โฮลดิ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด ประเทศไทย
- 4) น้ำมันถั่วเหลือง ตรากุ๊ก
- 5) น้ำมันมะกอกบีบเย็น ตรา เบอร์ทอลลีเอ็กซ์ตรา ไลท์
- 6) เครื่องเทศ ได้แก่ กระเทียม สาระแหน่ พริกไทยป่น มัสตาร์ด และลูกผักชีป่น
- 7) เครื่องปรุงรส ได้แก่ น้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย และเกลือ
- 8) นมข้นหวาน ตรามะลิ
- 9) โยเกิร์ตธรรมชาติ ตราดัชชี
- 10) เต้าหู้ถั่วเหลือง ตราเกษตร
- 11) นมสดไขมันต่ำ ตราชีพีเมจิ
- 12) นมผงพร่องมันเนย
- 13) เนื้อหมูบด
- 14) ปลาเคอร์รี่
- 15) ไข่เทียม

#### สารเคมี

- 1) กรดอะซิติก (Acetic acid) บริษัท Anala ประเทศอังกฤษ
- 2) กลอโรฟอร์ม (Chloroform) บริษัท บริษัท Merck ประเทศเยอรมันนี
- 3) โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide หรือ KI) บริษัท Labscan Asia ประเทศไทย
- 4) โซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium Thiosulfate) บริษัท Merck ประเทศเยอรมันนี

- 5) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide) บริษัท Labscan Asia ประเทศไทย
- 6) ไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether) บริษัท Labscan Asia ประเทศไทย
- 7) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) บริษัท Labscan Asia ประเทศไทย
- 8) กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) บริษัท Labscan Asia ประเทศไทย
- 9) ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein) บริษัท M&B ประเทศอังกฤษ

### เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Checkweigher) Satorius รุ่น AC 2115-00 ประเทศเยอรมนี
- 2) เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Checkweigher) Satorius รุ่น BA 610 ประเทศเยอรมนี
- 3) อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) Heto รุ่น CB60BX ประเทศเดนมาร์ก
- 4) เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) (Centrifuge) (Hermles, Z223K, Germany)
- 5) ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) ประเทศไทย
- 6) เครื่องสกัดน้ำผลไม้ (Moulinex) รุ่น 753 ประเทศสเปน
- 7) เครื่องทำสุญญากาศแบบไดอะเฟรม รุ่น V-502 ประเทศสวีเดน
- 8) ตู้บ่ม (Incubator) Memert รุ่น ULE500 ประเทศเยอรมนี
- 9) เครื่องบีบอัดแบบสกรู
- 10) ภาชนะบรรจุ ได้แก่ ถังชนิดโพลีเอทิลีน ขวดพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์  
ถ้วยพลาสติก และขวดแก้ว
- 11) กระดาษกรอง membrane filter
- 12) เทอร์โมมิเตอร์
- 13) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส
- 14) อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์
- 15) อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- 16) อุปกรณ์งานครัว

### วิธีดำเนินงานวิจัย

แบ่งการดำเนินงานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เป็น 3 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 การศึกษาผลของวิธีการและสภาวะ ในการสกัดที่มีต่อปริมาณผลผลิตของน้ำมันมะพร้าว
- ตอนที่ 2 การศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของน้ำมันมะพร้าว
- ตอนที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นส่วนประกอบ

## ตอนที่ 1

### 3.1 การศึกษาผลของวิธีการและสถานะในการสกัดที่มีต่อปริมาณผลผลิตของน้ำมันมะพร้าว

#### 3.1.1 การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิ

##### 3.1.1.1 การเตรียมน้ำกะทิ

เตรียมน้ำกะทิโดยนำมะพร้าวแก่มาปอกเปลือกเอากะลาออก หั่นเป็นชิ้นป็นแฉกกากโดยใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้แบบแยกกากได้เพื่อแยกส่วนของน้ำกะทิ หลังจากนั้นนำกากที่เหลือมาคั้นน้ำกะทิอีกรอบด้วยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนของเนื้อมะพร้าวต่อน้ำ 1:1 (ดัดแปลงจาก Che Man, Abdul Karim, and Teng, 1997) นำน้ำกะทิทั้ง 2 ส่วน มาผสมกันสำหรับใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีทางธรรมชาติ วิธีหมุนเหวี่ยงและวิธีทางชีวภาพต่อไป

##### 3.1.1.2 การหาปริมาณเชื้อ *L.plantarum* ที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำมันมะพร้าว

การหาปริมาณของเชื้อ *L.plantarum* ทำได้โดยนำเชื้อ *L.plantarum* ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นเมื่อเทียบกับ McFarland Nephelometer Standards เท่ากับ  $1.5 \times 10^8$  CFU/mL มาทำการเจือจางจนกระทั่งมีปริมาณเชื้อเท่ากับ  $1.5 \times 10^6$ ,  $1.5 \times 10^5$  และ  $1.5 \times 10^4$  CFU/ml เติมน้ำปริมาณร้อยละ 1 (โดยปริมาตร) ในน้ำกะทิตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Che Man, Abdul Karim, and Teng, 1997) และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นเวลา 10 นาที ด้วยความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที (ดัดแปลงจาก Amarasinghe, Kumarasiri, and Gangodavilage, 2008; ธนานันท์ ตันตกุล, 2549) จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปกรองด้วยเครื่อง Vacuum pump ที่ใช้กระดาษกรอง membrane filter ขนาด 2.5 ไมครอน จะได้น้ำมันมะพร้าว นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบหยาบ

การวิเคราะห์ผลทำได้โดยเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดโดยใช้เชื้อปริมาณต่างๆ วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเปรียบเทียบค่าที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple test คัดเลือกปริมาณเชื้อที่ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุดไปทำในขั้นตอนต่อไป

##### 3.1.3 การหาปริมาณร้อยละของเชื้อ *L.plantarum* ที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำมันมะพร้าว

นำเชื้อ *L.plantarum* ปริมาณที่คัดเลือกได้ใส่ในน้ำกะทิเป็นปริมาณร้อยละ 1 3 และ 5 ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Che Man, Abdul Karim, and Teng, 1997) และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นเวลา 10 นาที ด้วยความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที (ดัดแปลงจาก Amarasinghe, Kumarasiri, and Gangodavilage, 2008; ธนานันท์ ตันตกุล, 2549) จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปกรองด้วยเครื่อง Vacuum pump ที่ใช้กระดาษกรอง membrane filter ขนาด 2.5 ไมครอน จะได้น้ำมันมะพร้าว นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบหยาบ

### 3.1.4 การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากกะทิด้วยวิธีทางธรรมชาติ

นํ้ากะทิตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนํ้ามันที่ได้ไปกรองด้วยเครื่อง Vacuum pump ที่ใช้กระดาษกรอง membrane filter ขนาด 2.5 ไมครอน จะได้น้ำมันมะพร้าว นำไปชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งแบบหยาบ

### 3.1.5 การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากกะทิด้วยวิธีหมุนเหวี่ยง

นํ้ากะทิตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (Gunetileke and Laurentius, 1974) ตักส่วนที่เป็นชั้นครีมออก ทิ้งให้ส่วนที่เป็นครีมละลาย และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 10 นาที ด้วยความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที (ดัดแปลงจาก Amarasinghe, Kumarasiri, and Gangodavilage, 2008 และ ธนานันท์ ตันตกุล, 2549) จากนั้นนํ้ามันที่ได้ไปกรองด้วยเครื่อง Vacuum pump ที่ใช้กระดาษกรอง membrane filter ขนาด 2.5 ไมครอน จะได้น้ำมันมะพร้าว นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบหยาบ

### 3.1.6 การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากกะทิด้วยวิธีทางชีวภาพ

นํ้ากะทิตามเติมเชื้อ *L.plantarum* ในปริมาณที่คัดเลือกได้จากขั้นตอนแรก หมักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Che Man, Abdul Karim, and Teng, 1997) และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นเวลา 10 นาที ด้วยความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที (ดัดแปลงจาก Amarasinghe, Kumarasiri, and Gangodavilage, 2008 และ ธนานันท์ ตันตกุล, 2549) จากนั้นนํ้ามันที่ได้ไปกรองด้วยเครื่อง Vacuum pump ที่ใช้กระดาษกรอง membrane filter ขนาด 2.5 ไมครอน จะได้น้ำมันมะพร้าว นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบหยาบ

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple test

## 3.2 การสกัดน้ำมันมะพร้าวจากเนื้อมะพร้าวขูด

### 3.2.1 การศึกษาผลของปริมาณความชื้นของเนื้อมะพร้าวขูดที่มีต่อการสกัดน้ำมันด้วยเครื่องบีบอัดแบบสกรู

นำเนื้อมะพร้าวขูด 500 กรัม มาอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้ได้ปริมาณความชื้นร้อยละ 15 20 และ 25 (ดัดแปลงมาจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) จากนั้นนำไปสกัดน้ำมันด้วยเครื่องบีบอัดแบบสกรู ชั่งน้ำหนักของปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้และวัดค่าความชื้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณผลผลิตต่อไป

### 3.2.2 การศึกษาปริมาณของเอนไซม์ Viscozyme L ที่มีผลต่อร้อยละของปริมาณผลผลิตของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยเครื่องบีบอัดแบบสกรู

นำเนื้อมะพร้าวชูดที่มีความชื้นร้อยละ  $50 \pm 2$  มาเติมเอนไซม์ โดยใช้เอนไซม์ Viscozyme L ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 0.6 และ 0.8 บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Sant'Anna et al., 2003) เมื่อครบเวลาการบ่มนำไปอบในเครื่องอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้ได้ความชื้น ตามที่คัดเลือกได้ จากนั้นนำไปบีบอัดด้วยเครื่องบีบอัดแบบสกรู ชั่งน้ำหนักของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณผลผลิตต่อไป

### 3.3 การศึกษาคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวและองค์ประกอบของกรดไขมันอิสระ

#### 3.3.1 การศึกษาคุณภาพของน้ำมันมะพร้าว

นำน้ำมันมะพร้าวหีบเย็นที่เลือกได้จากข้อ 3.1 และ 3.2 มาวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวหีบเย็นที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิม และวิธีที่ไม่ใช้เอนไซม์ ดังนี้

- ความหนืด ด้วยเครื่อง (Brookfield, DV-3, USA) ตามวิธีในภาคผนวก ก-1
- ความถ่วงจำเพาะ (AOAC, 1990) ตามวิธีในภาคผนวก ก-2
- ค่าสี L\* a\* และ b\* ด้วยเครื่อง Hunterlab (BYK Gardner, 45/0, German) ตามวิธีใน

ภาคผนวก ก-3

- Refractive index ด้วยเครื่อง Refractometer (30P, USA)
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 1990) ตามวิธีในภาคผนวก ข-1
- ค่า Peroxide value (AOAC, 1990) ตามวิธีในภาคผนวก ข-2
- Acid value (AOAC, 1990) ตามวิธีในภาคผนวก ข-3
- Iodine value (AOAC, 1990) ตามวิธีในภาคผนวก ข-4
- Saponification number (AOAC, 1990) ตามวิธีในภาคผนวก ข-5

เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำมันมะพร้าว ปริมาณผลผลิต และราคาต้นทุนของการผลิต เพื่อพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่มีความเป็นไปได้ต่อการผลิต คือ คุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ภาคผนวก ก) ให้ปริมาณผลผลิตสูงและต้นทุนในการผลิตต่ำ เพื่อใช้ในการศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันต่อไป

### **3.2.2 การศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมัน**

โดยวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันที่มีในน้ำมันมะพร้าวเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิม และน้ำมันมะพร้าวทั่วไป (สกัดด้วยวิธีการเกี่ยวข้องกับความร้อน) เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน Philippine National Standard (ภาคผนวก ง)

### **3.2.3 การวิเคราะห์ความหืนของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้ น้ำมันทางการค้า และน้ำมันหมู**

วิเคราะห์ค่า Thiobarbituric Acid Test (TBA Test) ตามวิธีมาตรฐานของ AOCS (1990) สำหรับน้ำมันมะพร้าวแบบบีบเย็นที่สกัดตามวิธีที่คัดเลือกได้ เพื่อเปรียบเทียบผลกับค่า TBA ของน้ำมันปาล์มทางการค้า และน้ำมันหมู

## ตอนที่ 2

### 3.2 การศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของน้ำมันมะพร้าว

#### 3.2.1 ปัจจัยที่ศึกษา

นำน้ำมันมะพร้าวสกัดได้จากวิธีที่เหมาะสมที่คัดเลือกได้จากผลการวิจัยในปีที่ 1 มาเก็บรักษาโดยปัจจัยที่ศึกษาได้แก่

- อุณหภูมิการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และ 65 องศาเซลเซียส
- วิธีการสกัด ได้แก่ วิธีทางชีวภาพ (วิธีที่เลือกได้) และวิธีทางธรรมชาติ
- ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ขวดพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ และขวดแก้ว
- ระยะเวลา ได้แก่ 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 สัปดาห์

#### 3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพและการทำนายอายุการเก็บรักษา

ดำเนินการโดยบรรจุน้ำมันในขวดขวดละ 500 มิลลิลิตร ตุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาทุกสัปดาห์ โดยทำการตรวจสอบความชื้น Peroxide value Acid value ค่าสี ค่าความหนืด และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินโดยใช้วิธีการเชิงพรรณนา (ภาคผนวก จ-1) ด้วยการให้คะแนนความเข้มของคุณลักษณะด้านสี และกลิ่น ของผู้ทดสอบถึง ฝึกฝนจำนวน 30 คน สเกลที่ใช้ในการทดสอบมีความยาว 10 เซนติเมตร โดยด้านซ้ายสุดของสเกลเป็นระดับความเข้มที่น้อยที่สุด ส่วนทางขวาสุดเป็นระดับความเข้มมากที่สุด (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2536) และทำนายอายุการเก็บรักษาของน้ำมันมะพร้าว จากการเก็บรักษาน้ำมันมะพร้าวในสภาวะที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน คือ อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 55 และ 65 องศาเซลเซียส เพื่อคาดคะเนอายุของน้ำมันมะพร้าว

### ตอนที่ 3

## 3.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นส่วนประกอบ

### 3.3.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรสำหรับปรุงอาหาร

แนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ น้ำมันมะพร้าวที่มีการเติมเครื่องเทศสมุนไพรชนิดต่างๆ เช่น กระเทียม จิง กระจับปี่ เพื่อสร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัว เพิ่มประโยชน์ทางโภชนาการและคุณค่าทางอาหาร เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถนำมาใช้ปรุงอาหารได้หลากหลายประเภท เป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคซึ่งสะดวกกับการใช้งาน สามารถดึงดูดใจและเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคได้อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเป็นสำคัญ จึงมีการวางแผนเพื่อพัฒนาและคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยใช้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้ใช้และบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเป็นประจำ มาเป็นเครื่องมือในการดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ดังกล่าวรวมถึงได้พัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

#### 3.3.1.1 การพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product concept development)

โดยการอภิปรายกลุ่ม (focus group discussion) ใช้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มละ 7 คน จำนวน 5 กลุ่ม ร่วมระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรในด้านต่างๆ ได้แก่ ชนิดของสมุนไพร คุณภาพที่ต้องการ รูปแบบผลิตภัณฑ์ และการนำไปใช้ปรุงอาหาร เป็นต้น โดยการคัดเลือกผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายใช้การทำแบบสอบถาม (ภาคผนวก ฉ-1) และวิธีดำเนินการอภิปรายกลุ่มแสดงดังภาคผนวก ฉ-2

#### 3.3.1.2 การคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product idea screening)

โดยใช้วิธี pass/ fail screening คัดเลือกโดยพิจารณาความเป็นไปได้ทางการตลาด การผลิต การเงิน และเทคนิค เรียงลำดับความสำคัญ วิธีการคือประเมินแนวความคิดที่มีอยู่ตามเกณฑ์ที่เลือกไว้แล้วคัดแนวความคิดที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ออก ร่วมกับการใช้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 50 ร่วมทำแบบสอบถามคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ที่สนใจ (ภาคผนวก ฉ-3)

#### 3.3.1.3 การผลิตผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐาน

นำแนวความคิดผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการคัดเลือกมาผลิตน้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพร โดยเติมสมุนไพรชนิดต่างๆ ได้แก่ กระเทียม และกระจับปี่ ทั้งนี้แปรรูปแบบผลิตภัณฑ์ gourmet coconut oil เป็น 3 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 หั่นสมุนไพรเป็นชิ้นขนาดใหญ่ ผสมอยู่ในน้ำมันแล้วไม่กรองออก

แบบที่ 2 หั่น/บดเป็นสมุนไพรเป็นชิ้นขนาดเล็ก ผสมอยู่ในน้ำมันแล้วไม่กรองออก

แบบที่ 3 หั่น/บดเป็นสมุนไพรเป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วกรองสมุนไพรออก โดยแช่ชิ้นสมุนไพรในน้ำมันมะพร้าวานาน 24 ชั่วโมง

เตรียมน้ำมันมะพร้าวผสมกระเทียมหรือสะระแหน่ทั้ง 3 แบบ กำหนดปริมาณการเติมสมุนไพรร้อยละ 20 ได้ตัวอย่างน้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรทั้งหมด 6 ตัวอย่าง ได้แก่

- 1) น้ำมันมะพร้าวผสมกระเทียมที่หั่นเป็นชิ้นขนาดใหญ่แล้วไม่กรองออก
- 2) น้ำมันมะพร้าวผสมกระเทียมที่หั่น/บดเป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วไม่กรองออก
- 3) น้ำมันมะพร้าวผสมกระเทียมที่หั่น/บดเป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วกรองออก
- 4) น้ำมันมะพร้าวผสมสะระแหน่ที่หั่นเป็นชิ้นขนาดใหญ่แล้วไม่กรองออก
- 5) น้ำมันมะพร้าวผสมสะระแหน่ที่หั่น/บดเป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วไม่กรองออก
- 6) น้ำมันมะพร้าวผสมสะระแหน่ที่หั่น/บดเป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วกรองออก

จากนั้นเตรียมตัวอย่างปลาทอดโดยใช้น้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรที่เตรียมได้ทั้ง 6 ตัวอย่าง การทอดปลาทำได้โดยนำชิ้นปลาต่อรีแล้วตัดหนึ่งมาละลายน้ำแข็งนาน 30 นาที โดยพลิกกลับปลาทุก 5 นาที เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นจากการละลายน้ำแข็งจากชิ้นปลาเพียงด้านเดียว หั่นเนื้อปลาเป็นชิ้นขนาด 2×3 ตารางเซนติเมตร เนื้อปลาหนาประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นนำชิ้นปลามาทอดด้วยกระทะไฟฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตรที่ความร้อน 110 องศาเซลเซียส เลือกใช้การทอดปลาแบบน้ำมันดินเพื่อสอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคของกลุ่มเป้าหมายที่มักนิยมรับประทานปลาและทอดแบบน้ำมันดิน โดยใช้อัตราส่วนน้ำมัน 200 มิลลิลิตรต่อเนื้อปลา 300 กรัม โดยใส่น้ำมันในกระทะนาน 1 นาทีก่อนใช้ทอดปลา ทอดปลาแต่ละด้านนาน 3 นาทีแล้วพลิกชิ้นปลานำชิ้นปลาทอดที่ได้มาวางบนกระดาษทิชชูเพื่อซับน้ำมันนาน 5 นาที เก็บชิ้นปลาทอดในถุง Polyethylene ก่อนการทดสอบ

นำตัวอย่างน้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรและตัวอย่างปลาทอดมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่นรส ความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (ภาคผนวก จ-2)

#### 3.3.1.4 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype product development)

เตรียมน้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรโดยการเติมกระเทียมหรือสะระแหน่หั่น / บดเป็นชิ้นขนาดเล็กร้อยละ 20 ในน้ำมันมะพร้าวแล้วกรองออก นำตัวอย่างน้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ratio Profile Test (RPT) และประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก จ-2)

วิธี Ratio Profile Test (RPT) เป็นวิธีที่ทดสอบเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ในที่นี้กำหนดคุณลักษณะที่ทดสอบด้านลักษณะลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และรสชาติ ให้ผู้ทดสอบให้ค่าความเข้มในอุดมคติ (I) และค่าความเข้มของคุณลักษณะด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ ของตัวอย่าง (S) ทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ในการกำหนดสิ่ง

ทดลองสำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป ให้พิจารณาค่าโครงคุณภาพทางกายภาพและเคมี ประกอบกับค่า S/I โดยแนวทางการพัฒนาสูตรใช้เกณฑ์พิจารณาค่า S/I

- หากค่า S/I เท่ากับ  $1.0 \pm 0.2$  หมายถึง ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของคุณลักษณะนั้น

- หากค่า S/I มากกว่า  $1.0 \pm 0.2$  หมายถึง แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะนั้นคือต้องลดความเข้มข้นของคุณลักษณะลง

- หากค่า S/I น้อยกว่า  $1.0 \pm 0.2$  หมายถึง แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะนั้นคือต้องเพิ่มความเข้มข้นของคุณลักษณะขึ้น

### 3.3.1.5 การศึกษาผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรสำหรับปรุงอาหารประเภททอด

ในขั้นตอนนี้ต้องการศึกษาผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรที่พัฒนาได้มาปรุงอาหารประเภททอดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยเลือกใช้การทอดปลาแบบน้ำมันดินเปรียบเทียบกับทอดโดยใช้น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะกอก สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ดังนี้

- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) ตามวิธีในภาคผนวก ข-6
- ค่า Peroxide (PV) (IUPAC, 1987) ตามวิธีในภาคผนวก ข-7
- ปริมาณ Free fatty acid (FFA) (AOAC, 2000) ตามวิธีในภาคผนวก ข-8

- recovery (%) ของ free fatty acid (Isabelle et al, 2006) ซึ่งคำนวณจาก

recovery =  $100 * (\text{FFA ตัวอย่างทอด} * \text{น้ำหนักตัวอย่างทอดแล้ว} + \text{FFA น้ำมันหลังทอด} * \text{น้ำหนักน้ำมันหลังทอด}) / (\text{FFA ตัวอย่างก่อนทอด} * \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนทอด} + \text{FFA น้ำมันก่อนทอด} * \text{น้ำหนักน้ำมันก่อนทอด})$

- ค่าสี L\* a\* และ b\* โดยเครื่อง Handy colorimeter ตามวิธีในภาคผนวก ก-3

- คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบความชอบโดยวิธี 9-point hedonic scale ด้านรสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม ตามวิธีในภาคผนวก จ-2

### 3.3.1.6 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวผสมสมุนไพรที่พัฒนาได้ โดยออกแบบสอบถาม (ภาคผนวก ฉ-4) ให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบในที่สาธารณะ (Central Location Test) กับผู้บริโภคจำนวน 100 คน สุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น (non-probability) แบบ

สะดวก (convenience sampling) ผลจากแบบสอบถามวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการคำนวณค่าความถี่ ร้อยละและค่าเฉลี่ย

### 3.3.2 ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากการใช้น้ำมันมะพร้าว

#### 3.3.2.1 การผลิตผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐาน

ผลิตน้ำสลัดชนิดข้นโดยใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสมแทนน้ำมันพืช โดยตัดแปลงสูตรและวิธีการผลิตจากการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นคลอเรสเตอรอลต่ำ (วัลลภ บรรจง, 2550) ดำเนินการโดยผสมน้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย นมข้นหวาน พริกไทยป่น เกลือ มัสตาร์ดและเต้าหู้ถั่วเหลือง ปั่นผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นผสม แล้วค่อยๆเติมน้ำมันมะพร้าว ปั่นส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน สูตรพื้นฐานน้ำสลัดชนิดข้นแสดงดังตารางที่ 3-1

#### 3.3.2.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

เพื่อให้การดำเนินการพัฒนาสูตรน้ำสลัดชนิดข้นจากน้ำมันมะพร้าวเป็นไปอย่างมีทิศทางที่ชัดเจน นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าโครงสร้างคุณภาพทางกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ดังนี้

- ปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีไตเตรท (AOAC, 2000)
- ค่า Peroxide (IUPAC, 1987) ตามวิธีในภาคผนวก ข-7
- ปริมาณ Free fatty acid (AOAC, 2000) ตามวิธีในภาคผนวก ข-8
- ค่าสี L\* a\* และ b\* โดยเครื่อง Handy colorimeter ตามวิธีในภาคผนวก ก-3
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ตามวิธีในข้อ

3.3.1.4 ซึ่งในการกำหนดสิ่งทดสอบสำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป ให้พิจารณาเค้าโครงคุณภาพทางกายภาพและเคมี ประกอบกับ ค่า S/I โดยแนวทางการพัฒนาสูตรใช้เกณฑ์พิจารณาค่า S/I ตามที่ระบุในข้อ 3.3.1.4 เช่นกัน ตามวิธีในภาคผนวก จ-2

จากการค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นพบว่า แนวทางในการพัฒนาสูตรมีความเกี่ยวข้องกับกลิ่นรสของน้ำมันมะพร้าวซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างจากน้ำมันพืชชนิดอื่น แต่อาจรบกวนและเกิดความไม่เข้ากันจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ จึงจำเป็นต้องใช้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่เหมาะสม หรือ ใช้สมุนไพร หรือเครื่องเทศที่เหมาะสมอื่นมาช่วยลดความเข้มของกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าวลง

ตารางที่ 3-1 ส่วนผสมน้ำสลัดชนิดข้นจากน้ำมันมะพร้าวสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
น้ำส้มสายชู	10-15
น้ำตาลทราย	24-28
นมข้นหวาน	10-12
พริกไทยป่น	1.2
เกลือ	1.2
มัสตาร์ด	2
เต้าหู้ถั่วเหลือง	20-25
น้ำมันมะพร้าว	20-40

### 3.3.1.3 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากน้ำมันมะพร้าวที่พัฒนาได้ โดยออกแบบสอบถาม (ภาคผนวก ฉ-4) ให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค โดยทดสอบร่วมกับการทานกับผักสด ดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบแบบนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ที่บ้าน (Home Use Test) กับผู้บริโภคจำนวน 50 คน กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายคือผู้บริโภคที่นิยมรับประทานน้ำสลัดชนิดข้น ผลจากแบบสอบถามวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการคำนวณค่าความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

### 3.3.3 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตธรรมชาติโดยใช้น้ำมันมะพร้าวทดแทนนมพว่องมันเนยบางส่วน

#### 3.3.3.1 การผลิตผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐาน

ผลิตโยเกิร์ตผสมน้ำมันมะพร้าวสูตรพื้นฐาน โดยใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสมทดแทนนมพว่องมันเนย (skimmed milk powder) บางส่วน ดัดแปลงสูตรและวิธีการผลิตจากการผลิตโยเกิร์ตธรรมชาติที่มีการใช้น้ำมันพืชทดแทนนมพว่องมันเนย (Barrantes et al, 1996) กรรมวิธีการผลิตดำเนินการดังนี้

- เตรียมนม โดยนำนมพาสเจอร์ไรส์ให้ความร้อนจนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
- เติมน้ำมันมะพร้าว และโฮโมจิไนซ์ให้เข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมส่วนผสมได้แก่น้ำตาล ปริมาณ 5 % ของปริมาณน้ำนมทั้งหมด นมผงปริมาณ 1% ของปริมาณน้ำนมทั้งหมด จนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงถึง 42 องศาเซลเซียส

- เติมเชื้อ โยเกิร์ต (ใช้โยเกิร์ตธรรมชาติ) ที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ได้แก่ *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* และ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 15 % ของน้ำนมทั้งหมด โดยบรรจุในถ้วยพลาสติก ปิดฝาให้สนิทแล้วนำไปบ่มใน incubator ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

### 3.3.3.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

นำโยเกิร์ตที่ผลิตได้มาวิเคราะห์ค่าโครงการคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ดังนี้

- ปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีไตเตรท (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) ตามวิธีในภาคผนวก ข-6
- ค่า pH โดยเครื่องวัด pH
- ค่าสี L\* a\* และ b\* โดยเครื่อง Handy colorimeter ตามวิธีในภาคผนวก ก-3
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา (IDF, 1992) ตามวิธีในภาคผนวก ข
- Psychotropic microorganisms (Harrigan and McCance, 1976)
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ตามวิธีในข้อ

3.3.1.4 ซึ่งในการกำหนดสิ่งทดลองสำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป ให้พิจารณาค่าโครงการคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ประกอบกับ ค่า S/I โดยแนวทางการพัฒนาสูตรใช้เกณฑ์พิจารณาค่า S/I ตามที่ระบุในข้อ 3.3.1.4 เช่นกัน ตามวิธีในภาคผนวก จ-2

### 3.3.3.3 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อโยเกิร์ตธรรมชาติโดยใช้น้ำมันมะพร้าวทดแทนนมพร้อมมันเนยบางส่วนที่พัฒนาได้ โดยออกแบบสอบถาม (ภาคผนวก ฉ-4) ให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบในที่สาธารณะ (Central Location Test) กับผู้บริโภคจำนวน 100 คน สุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น (non-probability) แบบสะดวก (convenience sampling) ผลจากแบบสอบถามวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการคำนวณค่าความถี่ ร้อยละและค่าเฉลี่ย

## 3.3.4 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้น้ำมันมะพร้าวทดแทนมันหมู

### 3.3.4.1 การผลิตผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐาน

ผลิตไส้กรอกเปรี้ยวสูตรพื้นฐานโดยใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสมทดแทนมันหมู ดัดแปลงสูตรและวิธีการผลิตจากการผลิตไส้กรอกเปรี้ยว (สุจิตรา เลิศพฤษชัย, 2535) ส่วนผสมต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3-2 โดยกรรมวิธีการผลิตดำเนินการดังนี้ นำส่วนผสมทั้งหมดมาคลุกผสมกัน นวด

ผสมให้เข้ากัน ประมาณ 15 นาที หมักทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง แล้วกรอกส่วนผสมใส่ใส่เทียม ใช้เชือกผูกเป็นข้อ ระยะยาวประมาณ 3 นิ้ว

ตารางที่ 3-2 ส่วนผสมไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้น้ำมันมะพร้าวทดแทนมันหมูสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
เนื้อหมูบดหยาบ	50.00
ข้าวสุก	35-40
กระเทียมปอก	5.00
ลูกผักชีป่น	0.37
พริกไทยป่น	0.05
เกลือป่น	1.50
น้ำตาลทราย	0.25
น้ำมันมะพร้าว	3-10

### 3.3.4.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

นำไส้กรอกเปรี้ยวที่ผลิตได้มาวิเคราะห์ค่าโครงคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ดังนี้

- ปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีไตเตรท (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) ตามวิธีในภาคผนวก ข-6
- ปริมาณ Free fatty acid (AOAC, 2000) ตามวิธีในภาคผนวก ข-8
- ค่า pH โดยเครื่องวัด pH
- ค่าสี  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  โดยเครื่อง Handy colorimeter ตามวิธีในภาคผนวก ก-3
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา (IDF, 1992) ตามวิธีในภาคผนวก ข
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ตามวิธีในข้อ

3.3.1.4 เตรียมตัวอย่างโดยนำไส้กรอกเปรี้ยวมาอบให้สุกโดยใช้ไมโครเวฟ ความร้อนระดับสูงสุด (250วัตต์) เป็นเวลา 2 นาที หั่นเป็นชิ้นเพื่อทดสอบชิม ซึ่งในการกำหนดสิ่งทดสอบสำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป ให้พิจารณาค่าโครงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ประกอบกับ ค่า S/I โดยแนวทางการพัฒนาสูตรใช้เกณฑ์พิจารณาค่า S/I ตามที่ระบุในข้อ 3.3.1.4 เช่นกัน ตามวิธีในภาคผนวก จ-2

### 3.3.4.3 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ใส่กรอกเปรี๊ยะที่พัฒนาได้ โดยออกแบบสอบถามให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ร่วมกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ แล้วให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม ดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบในที่สาธารณะ (Central Location Test) กับผู้บริโภคจำนวน 100 คน สุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น (non-probability) แบบสะดวก (convenience sampling) ผลจากแบบสอบถามวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการคำนวณค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ความแปรปรวน ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติ จะคำนวณค่า Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย