

### บทที่ 3

#### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

##### 3.1 วัสดุ

###### 3.1.1 สารก่อเจล

- ผงวุ้นทรานานางเงือกเกรด AA ซึ่งจากห้างหุ้นส่วนจำกัด พัฒนาสินเอ็นเตอร์ไพรส์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย บรรจุผงวุ้นในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใช้ชื่อย่อตัวอย่างนี้ว่า Ac โดยมีความชื้นของผลวุ้นร้อยละ 15 มีอุณหภูมิในการเกิดเจลประมาณ 40 องศาเซลเซียส และมีความแข็งแรงของเจล  $\geq 900$  กรัม (ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)

- วุ้นคัตแปร์ (ใช้ชื่อย่อ As) เตรียมโดยการผสมผงวุ้น Ac 10 กรัม กับน้ำ 300 มิลลิลิตร แล้วนำไปผ่านคลื่นเสียงความถี่สูงที่ระดับกำลัง 250 วัตต์ เป็นระยะเวลา 15 นาที (การเลือกใช้ที่ระดับกำลัง 250 วัตต์ และระยะเวลา 15 นาที ในการคัตแปร์วุ้นนั้นได้ทำการศึกษาเบื้องต้นแล้วพบว่าที่ระดับกำลังและระยะเวลาการดังกล่าวเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการคัตแปร์วุ้นมากที่สุด เนื่องจากหากใช้ที่กำลังสูงและระยะเวลานานกว่านี้จะทำให้วุ้นกลายเป็นสารละลาย) จากนั้นกรองโดยใช้ผ้าขาวบาง และนำวุ้นที่ได้มาผ่านการทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (Okazaki, 1971) นำวุ้นมาบด บรรจุผงวุ้นในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวัดปริมาณความชื้นของวุ้นที่ได้ ซึ่งมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 15

- เจลาตินปลา (ใช้ชื่อย่อ Fg) ซึ่งจากบริษัทคาร์ดีโน เจลาติน จำกัดจังหวัดสมุทรปราการ ประเทศไทย (ผ่านการรับรองเครื่องหมายฮาลาลอย่างถูกต้อง) มีค่าความแข็งแรงของเจล ทำกับ 150 กรัม (ความเข้มข้นร้อยละ 6.67 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) บรรจุตัวอย่างเจลาตินปลาในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

### 3.1.2 วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ หลอดทดลอง ปิเปต ลูกแก้ว กระจกตวง แท่งแก้ว
2. เตาให้ความร้อน
3. เทอร์มอมิเตอร์
4. Water bath (Model Memert รุ่น WB-22)
5. เครื่องบดละเอียด (Model Cyclotec™ 1093, Foss, Sweden)
6. ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Hot air oven) (Model As200 digit, RETSCH®, Germany)
7. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Model TE 313 S-DS, Sartorius USA)

### 3.1.3 เครื่องมือวิเคราะห์

1. Ultrasonic (Model VCX 500, USA)
2. Centrifuge (Model HARRIER 15/80 Bench Top Refrigerated Centrifuge, Sanyo, Japan)
3. Rheometer (Haake RheoStress 1, Thermo Fisher Scientific, Germany)
4. Texture analyzer (Model TA-X T2i, Stable micro system, USA)
5. Spectrophotometer (Libra S22, Biochrom, England)

### 3.2 ศึกษาสมบัติของสารก่อเจล

ศึกษาสมบัติของเจลทั้ง 3 ชนิด คือ วุ้น (Ac) วุ้นตัดแปร (As) และเจลาตินปลา (Fg) ได้แก่ สมบัติวิสโคอิลาสติก อุณหภูมิในการเกิดเจล และลักษณะเนื้อสัมผัส สำหรับตัวอย่างวุ้น Ac และ As กำหนดความเข้มข้นของสารก่อเจลที่ร้อยละ 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และสำหรับเจลาตินปลากำหนดความเข้มข้นที่ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

#### 3.2.1 ศึกษาสมบัติวิสโคอิลาสติก (ดัดแปลงจาก Norziah *et al.*, 2006)

สารละลายวุ้น Ac และ As ตามความเข้มข้นที่กำหนด โดยผสมผงวุ้นกับน้ำกลั่นกวนให้เข้ากันแล้วนำไปให้ความร้อน กวนด้วยแท่งแม่เหล็ก จนกระทั่งอุณหภูมิถึง 90 องศาเซลเซียส และให้ความร้อนต่อจนได้สารละลายใส (Norziah *et al.*, 2006) สำหรับสารละลายเจลาตินปลาโดยผสมเจลาตินปลากับน้ำกลั่นกวนให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปให้ความร้อน กวนด้วยแท่งแม่เหล็ก จนกระทั่งอุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 15 นาที หรือละลายกลายเป็น

สารละลายใย (Harrington and Morris, 2009) นำไปวิเคราะห์สมบัติวิสโคอิลาสติกด้วยเครื่อง Rheometer ด้วยวิธีการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบ linear viscoelastic region (LVR) ของตัวอย่าง ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการตรวจสอบสมบัติวิสโคอิลาสติก เป็นการอธิบายการหาความเครียด (strain) ที่กระทำต่อวัสดุโดยใช้โปรแกรม amplitude sweep แล้วทำการเลือกช่วง linear viscoelastic region (LVR) จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ strain ของตัวอย่าง ซึ่งเป็นช่วงเส้นตรง (รูปที่ 3.1) ที่ใช้บ่งบอกได้ถึงพื้นที่ของความแข็งแรงทางโครงสร้างของวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ โดยอยู่ในระดับที่ไม่ทำให้โครงสร้างของตัวอย่างเสียหาย (Steffe, 1996)

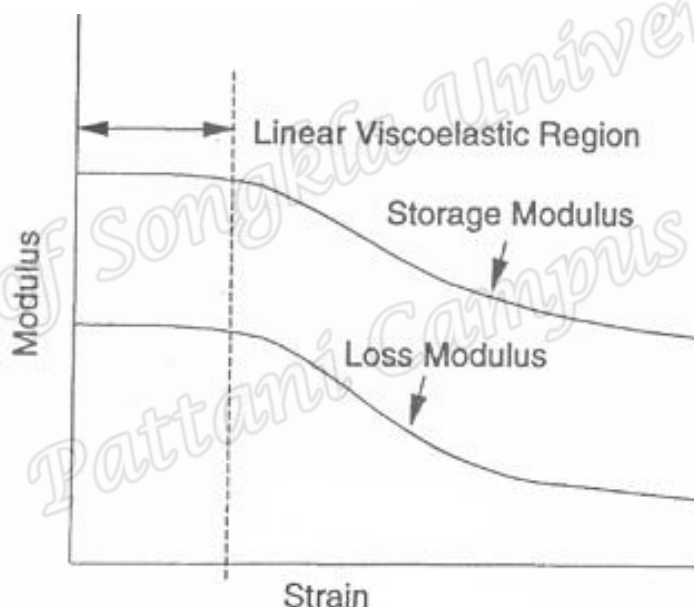


Figure 3.1 Linear viscoelastic region (LVR)

Sources: Steffe (1996)

2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสถานะและสมบัติวิสโคอิลาสติก ( $G'$ ; storage modulus,  $G''$ ; loss modulus) ของตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Temperature sweep กำหนดค่า % Strain (ได้จากข้อ 1) และสถานะของอุณหภูมิดังนี้ เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วลดอุณหภูมิจนถึง 0 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 100 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (heating rate) ที่ 2 องศาเซลเซียสต่อนาที ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ (วิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวที่

ก.1) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยการนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $G'$  และ  $G''$  กับอุณหภูมิ ทำให้ทราบอุณหภูมิในการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร คือการเปลี่ยนแปลงจากสารละลาย กลายเป็นเจล และจากเจลกลายเป็นสารละลาย โดยพิจารณาจากจุดตัด (cross over point) ระหว่างค่า  $G'$  และ  $G''$  หรือ  $G''/G'$  มีค่า  $\tan \delta$  เท่ากับ 1

### 3.2.2 อุณหภูมิและระยะเวลาในการเกิดเจล (ดัดแปลงจาก Murano *et al.*, 1992)

เตรียมสารละลายวุ้น Ac และ As ตามความเข้มข้นที่กำหนด ตามวิธีเดียวกันกับข้อ 3.2.1 เทสารละลายวุ้นลงในหลอดทดลอง ขนาด 20 มิลลิลิตร จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงไปแล้วนำหลอดทดลองไปแช่ในอ่างน้ำเย็น บันทึกอุณหภูมิและระยะเวลาขณะที่ตั้งเทอร์โมมิเตอร์ออกจากวุ้นแล้ว เกิดเป็นรอยแยกเทอร์โมมิเตอร์ที่ผิวหน้า ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวก ก. 2)

สำหรับเจลาตินปลาเตรียมสารละลายเช่นเดียวกับวิธีการข้อ 3.2.1 และศึกษาอุณหภูมิในการเกิดเจลเช่นเดียวกับการศึกษาอุณหภูมิในการเกิดเจลของวุ้น

### 3.2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Lau *et al.*, 2000)

ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัส (ความแข็งและความยืดหยุ่นของเจล) เตรียมสารละลายตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 เทสารละลายที่เตรียมได้ใส่ถ้วยพลาสติก 20 มิลลิลิตร (ความสูง 3 เซนติเมตร) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบเนื้อสัมผัสด้วย Texture analyzer (หัววัดพลาสติกทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.5 นิ้ว : P/50 HS Hemispherical plastic) วิเคราะห์ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ ค่าที่วัดอธิบายได้ดังนี้

ความแข็งของเจล (Hardness) หมายถึง ค่าแรงสูงสุดจากกราฟ TPA ที่เกิดขึ้นในการกดตัวอย่างครั้งที่ 1

ความยืดหยุ่น (springiness) หมายถึง ความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงออกไปจากตัวอย่างอาหารที่ทำกรทดสอบ การวัดค่านี้สามารถทำได้โดยวางชิ้นตัวอย่างอาหาร และทำการกดหัววัดลงบนตัวอย่าง หลังจากถอนแรงออกตัวอย่างนั้นสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้มากน้อยเพียงไร ค่านี้จะหมายถึงระยะทางที่วัสดุเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ

ตัวอย่างที่วัดได้จากการกดถึงแรงสูงสุดครั้งที่สอง คำนวณจากระยะทางที่ได้จากการกดตัวอย่างครั้งที่สองจนถึง peak ที่สอง โดยคิดให้อยู่ในรูปร้อยละดังนี้

$$\text{ความยืดหยุ่น} = \frac{\text{ระยะทางที่ได้จากการกดตัวอย่างครั้งที่สองถึง peak ที่สอง}}{\text{ความสูงของตัวอย่าง}} \times 100$$

การศึกษาในข้อ 3.2 เปรียบเทียบสมบัติของสารก่อเจลทั้ง 2 ชนิด คือ วุ้น และวุ้นตัดแปร และเปรียบเทียบสมบัติของสารก่อเจลทุกชนิดและทุกระดับความเข้มข้นของทุกชุดการทดลอง โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95

### 3.3 ศึกษาสมบัติของเจลผสม

การศึกษาสมบัติของเจลผสม กำหนดความเข้มข้นของวุ้นคงที่ที่ร้อยละ 1 (การใช้วุ้นที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1 เนื่องจากเป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดเจลที่อุณหภูมิห้องได้ และหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส) และผสมเจลาตินปลาที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25

#### 3.3.1 การเตรียมสารละลายเจลผสม

เตรียมสารละลาย วุ้น Ac วุ้น As และเจลาตินปลา ตามความเข้มข้นที่กำหนด เช่นเตรียมวุ้นร้อยละ 1 ผสมกับเจลาตินปลาร้อยละ 5 ในปริมาณ 100 มิลลิลิตร สามารถเตรียมโดยละลายวุ้น 1 กรัมในน้ำ 50 มิลลิลิตร และละลายเจลาตินปลา 5 กรัมในน้ำ 50 มิลลิลิตร ผสมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกันจะได้สารละลายเจลผสม ในปริมาตร 100 มิลลิลิตร ศึกษาสมบัติของเจล ได้แก่

#### 3.3.2 สมบัติวิสโคอิลาสติก (ดัดแปลงจาก Norziah *et al.*, 2006)

ทดสอบสมบัติวิสโคอิลาสติกของเจลผสมด้วย Rheometer ตรวจสอบวัดคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 (ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ) (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ ก.1)

### 3.3.2 อุณหภูมิและระยะเวลาในการเกิดเจล (ดัดแปลงจาก Murano *et al.*, 1992)

ทดสอบอุณหภูมิในการเกิดเจลตรวจวัดคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 3.2.2 (ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ) (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ ก.2)

### 3.3.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส (ดัดแปลงจาก Lau *et al.*, 2000)

ทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลผสม (ความแข็งและความยืดหยุ่นของเจล) ด้วย Texture analyzer ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ ก.3)

### 3.3.4 การขับน้ำออกจากเจล (ดัดแปลงจาก Banerjee and Bhattacharya 2011)

เตรียมสารละลายเจลผสมเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1 ใส่สารละลายปริมาตร 30 มิลลิลิตร ลงในหลอดเซนตริฟิวจ์ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วชั่งน้ำหนัก ( $m_1$ ) แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ด้วยความเร็ว 5000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เทของเหลวใสที่อยู่ด้านบนออก แล้วชั่งน้ำหนักเจล ( $m_2$ ) (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ ก.4) ค่าการขับน้ำออกจากเจล (syneresis) คิดอยู่ในรูปร้อยละดังนี้

$$\text{ค่าการขับน้ำออกจากเจล (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

### 3.3.5 ค่าการดูดกลืนแสง (ดัดแปลงจาก Lau *et al.*, 2000)

เตรียมสารละลายเจลผสมเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1 เทในคิวเวทท์ ขนาด 1 เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดเจลที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นสารละลายแบลนด์ (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ ก.5)

การศึกษาในข้อ 3.3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำผลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95

### 3.4 ผลของน้ำตาลต่อสมบัติของเจลผสมต่อสมบัติวิสโคอิลาสติก

การศึกษาในข้อ 3.3 พบว่าที่สัดส่วน 1:5 เป็นสัดส่วนเจลผสมที่ต่ำสุดที่แสดงพฤติกรรมของสารสองชนิดคือ วุ้นและเจลาตินปลา และมีอุณหภูมิในการหลอมเหลวที่สูง และมีค่าการจับน้ำลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเจลวุ้นอย่างเดียว จึงได้พิจารณาเลือกที่สัดส่วน 1:5 ให้เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยศึกษาสมบัติผลของน้ำตาล 2 ชนิด คือ ซูโครสและกลูโคสไอโซริปต่อสมบัติของเจลผสมระหว่างวุ้นกับเจลาตินปลา และวุ้นตัดแปรกับเจลาตินปลา เตรียมเจลผสมเช่นเดียวกับข้อ 3.3 และเติมน้ำตาลเข้มข้นของน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดที่ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ศึกษาสมบัติวิสโคอิลาสติก วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับในข้อ 3.2.1

### 3.5 การประยุกต์ใช้สารก่อเจลผสมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่

ศึกษาการประยุกต์ใช้เจลผสมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่กลิ่นกาแฟ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

- 1) ทดสอบสมบัติของเยลลี่กัมมีทางการค้า (ความยืดหยุ่น,  $G'$ , และคุณภาพทางประสาทสัมผัส)
- 2) คัดเลือกเจลผสม Ac/Fg มาผลิตกัมมีเยลลี่กลิ่นกาแฟ โดยเลือกสัดส่วนที่มีค่าความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับกัมมีเยลลี่ทางการค้า และอุณหภูมิในการเกิดเจลและหลอมเหลวสูง มีความคงตัวที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้อง
- 3) คัดเลือกสัดส่วนของน้ำตาลผสมระหว่างซูโครสและกลูโคสไอโซริป (จากตอนที่ 3.4) พิจารณาจาก การผสมซูโครสในระดับสูงที่สุด (30/20) ไปจนถึงไม่มีการผสมน้ำตาลซูโครส (0/50)
- 4) การเตรียมกัมมีเยลลี่กลิ่นกาแฟ (คัดแปลงจาก Habilla *et al.*, 2011) โดยมีส่วนประกอบในการเตรียมกัมมีเยลลี่ ได้แก่ สารก่อเจล ซูโครส และกลูโคสไอโซริป สูตรการเตรียมกัมมีเยลลี่แสดงดังตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมกัมมีเยลลี่กลิ่นกาแฟมีดังต่อไปนี้ เตรียมน้ำกาแฟ (กาแฟผงสำเร็จรูปตราเนสกาแฟเรดคัพ 2 กรัมผสมน้ำอุ่น 100 มิลลิลิตร) แบ่งน้ำกาแฟออกเป็นสองส่วน ส่วนละ 50 มิลลิลิตร จากนั้นผสมวุ้นลงในน้ำกาแฟให้ความร้อนจนกระทั่งวุ้นละลายจนหมด พักไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นละลายเจลาตินปลาในน้ำกาแฟให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งเจลาตินปลาละลายจนหมด ผสมสารละลายวุ้นและเจลาตินปลาเข้าด้วยกัน เติมน้ำตาลทรายกวนให้น้ำตาลทรายละลายจนหมด และเติมกลูโคสไอโซริปทำการกวนตลอดเวลา

เมื่อสารละลายเข้ากันดีแล้วเทใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ และพักไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อแข็งตัวดีแล้วนำมาตัดตกแต่งให้สวยงาม จะได้กัมมี่เยลลี่กลิ่นกาแฟ

Table 3.1 Gummy jelly formula preparation.

Formula	Agar : Fish gelatin	Sucrose	Glucose syrup
A	1:5	30	20
B	1:5	10	40
C	1:5	0	50

### 3.5.1 ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

ตรวจสอบคุณภาพกัมมี่เยลลี่ทั้ง 3 ชุดการทดลองเปรียบเทียบกับกันดังนี้

#### 3.5.1.1 สมบัติวิสโคอิลาสติก (ตัดแปลงจาก Norziah *et al.*, 2006)

ทดสอบสมบัติวิสโคอิลาสติกของเจลผสมด้วย Rheometer ตรวจสอบวัดคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อ

3.2.1 (ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ) (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ ก.1)

#### 3.5.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส (ตัดแปลงจาก Lau *et al.*, 2000)

ทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลผสม ด้วย Texture analyzer ตรวจสอบวัดคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 3.2.3 (ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ) (วิธีการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ ก.3)

#### 3.5.1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ โดยใช้แบบทดสอบ hedonic scale 9 ระดับ และใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพเป็น 6 คุณลักษณะ ได้แก่ สี กลิ่น กลิ่นรส ความหวาน เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และระดับความชอบโดยรวม โดยมีระดับการให้คะแนนตั้งแต่ 1-9 ซึ่งมีความหมายดังนี้ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด 2 คือ ไม่ชอบมาก 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย 5 คือ เฉยๆ 6 คือ ชอบเล็กน้อย 7 คือ ชอบปานกลาง 8 คือ ชอบมาก และ 9 คือ ชอบมากที่สุด (ไพโรจน์, 2545)



วางแผนการทดลองทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำผลการประเมินมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95

Prince of Songkla University  
Pattani Campus