สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... 5
Abstract..... 7
กิตติกรรมประกาศ..... 9
สารบัญ..... 10
รายการตาราง..... 15
รายการรูป..... 16
บทที่ 1 บทนำ..... 18
1.1 บทนำต้นเรื่อง..... 18
1.2 วัตถุประสงค์..... 20
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 20
1.4 ขอบเขตการศึกษา..... 20
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 22
2.1 สารก่อเจล (Gelling agent)..... 22
2.2 วุ้น (Agar)..... 22
2.2.1 โครงสร้างทางโมเลกุลของวุ้น..... 22
2.2.2 สมบัติของวุ้น..... 24
2.2.3 เจลวุ้น..... 25
2.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของเจลวุ้น..... 26
2.2.5 การใช้ประโยชน์จากวุ้น..... 27
2.3 เจลาติน (Gelatin)..... 28
2.3.1 โครงสร้างของเจลาติน..... 28
2.3.2 สมบัติของเจลาติน..... 31

Prince of Songkla University Pattani Campus

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.3 การนำเจลาตินไปใช้ประโยชน์..... 34
2.4 คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic)..... 35
2.5 รีโอโลยีของเจล (Rheology of gel)..... 36
2.5.1 สมบัติเชิงวิสโคอิลาสติก (Viscoelastic property)..... 37
2.5.2 การทดสอบแบบสั่น (Oscillation testing)..... 38
2.6 สมบัติของเจลผสม..... 38
2.7 ผลของน้ำตาลต่อสมบัติของเจล..... 41
2.8 ผลิตภัณฑ์เยลลี่..... 42
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ..... 45
3.1 วัสดุ..... 45
3.1.1 สารก่อเจล..... 45
3.1.2 วัสดุและอุปกรณ์..... 46
3.1.3 เครื่องมือวิเคราะห์..... 46
3.2 ศึกษาสมบัติของสารก่อเจล..... 46
3.2.1 ศึกษาสมบัติวิสโคอิลาสติก..... 46
3.2.2 อุณหภูมิและระยะเวลาในการเกิดเจล..... 48
3.2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส..... 48
3.3 ศึกษาสมบัติของเจลผสม..... 49
3.3.1 การเตรียมสารละลายเจลผสม..... 49
3.3.2 สมบัติวิสโคอิลาสติก..... 49
3.3.3 อุณหภูมิและระยะเวลาในการเกิดเจล..... 50
3.3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส..... 50
3.3.5 การขับน้ำออกจากเจล..... 50

Prince of Songkla University Pattani Campus

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3.6 การดูดกลืนแสง..... 50

3.4 ผลของน้ำตาลต่อสมบัติของเจลผสมต่อสมบัติวิสโคอิลาสติก..... 51

3.5 การประยุกต์ใช้สารก่อเจลผสมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่..... 51

3.5.1 ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์..... 52

3.5.1.1 สมบัติวิสโคอิลาสติก..... 52

3.5.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส..... 52

3.5.1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส..... 52

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 54

4.1. สมบัติของสารก่อเจล..... 54

4.1.1. สมบัติวิสโคอิลาสติก..... 54

4.1.1.1 Linear viscoelastic region (LVR)..... 54

4.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงค่า storage modulus (G') และ loss modulus (G")..... 56

4.1.1.3 อุณหภูมิในการเกิดเจล (T_{gel}) และอุณหภูมิในการหลอมเหลว (T_m) ที่ได้จากค่าจุดตัดระหว่าง G' และ G"..... 61

4.1.2 อุณหภูมิ (T_{gel-C}) และระยะเวลาในการเกิดเจล..... 65

4.1.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส..... 69

4.1.3.1 ความแข็งของเจล..... 70

4.1.3.2 ความยืดหยุ่น..... 72

4.2. สมบัติของเจลผสม..... 74

4.2.1 Linear Viscoelastic Region (LVR)..... 74

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงค่า storage modulus (G') และ loss modulus (G")..... 75

4.2.2.1 อุณหภูมิในการเกิดเจล (T_{gel}) และอุณหภูมิในการหลอมเหลว (T_m) ที่ได้จากค่าจุดตัดระหว่าง G' และ G"..... 79

Prince of Songkla University Pattani Campus

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.3 อุณหภูมิ (T_{gel-C}) และระยะเวลาในการเกิดเจล..... 81
4.2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส..... 83
4.2.4.1 ความแข็งแรงของเจล..... 83
4.2.4.2 ความยืดหยุ่น..... 83
4.2.5 การขับน้ำออกจากเจล..... 86
4.2.5 การดูดกลืนแสง..... 87
4.3 ผลของน้ำตาลต่อสมบัติของเจลผสม..... 89
4.4 การประยุกต์ใช้สารก่อเจลผสมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่..... 93
4.4.1 การเปลี่ยนแปลงค่า G', Tgel และ Tm ของกัมมี่เยลลี่..... 95
4.4.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส..... 96
4.4.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส..... 97
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 99
เอกสารอ้างอิง..... 102
ภาคผนวก ก วิธีการทดลอง..... 109
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง..... 117
ภาคผนวก ค แบบ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส..... 124
ประวัติผู้เขียน..... 125

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายการตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 Amino acid content in some fish gelatins compared to pork gelatin..... 30

2.2 Bloom strength, gelling temperature and melting point of various..... 33

3.1 Gummy jelly formula preparation..... 52

4.1 Gelling temperature (T_{gel}) and Melting temperature (T_m) of Ac, As and Fg extracted from cross over point between storage modulus (G') and loss modulus (G") at various concentrations..... 64

4.2 Tgel-C and gelling time of Ac, As and Fg at various concentrations..... 67

4.3 Comparison of T_{gel} and $T_{gel\text{-}C}$ of Ac, As and Fg..... 68

4.4 Tgel and Tm of Ac, As and Fg extracted from cross over point between storage modulus (G') and loss modulus (G") at various concentrations..... 80

4.5 Effect of sucrose at various concentrations on mixed gels properties..... 91

4.6 Effect of glucose syrup at various concentrations on mixed gels properties..... 92

4.7 Ingredients of gummy jelly product..... 95

4.8 G', Tgel and Tm of gummy jelly product..... 96

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายการรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 Structure of agarobiose..... 23

2.2 Structure of agarose..... 23

2.3 Structure of agaropectin..... 24

2.4 Gelation echanism of agar gel..... 25

2.5 Structure of gelatin..... 29

2.6 Gelatin mechanism of gelatin..... 32

2.7 Structure of mixed gels..... 39

2.8 Storage modulus (G') of fish gelatin and pectin mixed gels..... 41

3.1 Linear viscoelastic region (LVR)..... 47

4.1 Linear Viscoelastic Region (LVR) of Ac (a), As (b) and Fg (c) at various concentrations..... 55

4.2 Storage modulus (G') and loss modulus (G") of Ac at various concentrations..... 58

4.3 Storage modulus (G') and loss modulus (G") of As at various concentrations..... 59

4.4 Storage modulus (G') and loss modulus (G") of Fg at various concentrations..... 60

4.5 Cross over point between G' and G"..... 61

4.6 Texture profile analysis curve of Ac gel at 1.5 %..... 69

4.7 Hardness of Ac, As and Fg at various concentrations..... 71

4.8 Springiness of Ac, As and Fg at various concentrations..... 73

4.9 Linear Viscoelastic Region (LVR) of mixed gel between 1% Ac and with 5, 10, 15, 20 and 25 % Fg and mixed gel between 1% As and with 5, 10, 15, 20 and 25 % Fg... 75

4.10 Storage modulus (G') and loss modulus (G") of mixed gel between 1% Ac with 5, 10, 15, 20 and 25 % Fg..... 77

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.11 Storage modulus (G') and loss modulus (G") of mixed gel between 1% As with 5, 10, 15, 20 and 25 % Fg..... 78

4.12 T_{gel-C} and gelling time of mixed gel between Ac and As with Fg..... 82

4.13 Hardness and springiness of mixed gel between Ac and As with Fg..... 85

4.14 Syneresis of mixed gel between Ac and As with Fg..... 87

4.15 Absorbance of mixed gel between Ac and As with Fg..... 89

4.16 Sensory evaluation of 3 commercial gummy jelly..... 93

4.17 Springiness of 3 commercial gummy jelly and Ac:Fg mixed gels at 1:5 ratio..... 94

4.18 Gummy gelly gummy jelly product..... 94

4.19 Hardness (a) and springiness (b) of gummy jelly product..... 97

4.20 Sensory evaluation of gummy jelly product (3 formula)..... 98

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

ข. 1 อุณหภูมิในการเกิดเจล (T_{gel}) และอุณหภูมิในการหลอมเหลว (T_m) ของ Ac, As ณ จุดตัดระหว่างค่า G' และ G" ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 117

ข. 2 อุณหภูมิในการเกิดเจล (T_{gel}) และอุณหภูมิในการหลอมเหลว (T_m) ของ Fg ณ จุดตัดระหว่างค่า G' และ G" ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 117

ข. 3 อุณหภูมิ T_{gel-C} และระยะเวลาในการเกิดเจลของ Ac และ As ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 118

ข. 4 อุณหภูมิ T_{gel-C} และระยะเวลาในการเกิดเจลของ Fg ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 118

ข. 5 ความแข็งแรงของ Ac และ As ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 119

ข. 6 ความแข็งแรงของเจลของ Fg ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 119

ข. 7 ความยืดหยุ่นของ Ac และ As ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 120

ข. 8 ความยืดหยุ่นของ Fg ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... 120

ข. 9 อุณหภูมิในการเกิดเจล (T_{gel}) และอุณหภูมิในการหลอมเหลว (T_m) ของเจลผสมระหว่าง Ac กับ Fg และ As กับ Fg ณ จุดตัดระหว่างค่า G' และ G"..... 121

ข. 10 T_{gel-C} และระยะเวลาในการเกิดเจลของเจลผสมระหว่าง Ac กับ Fg และ As กับ Fg.. 121

ข. 11 ความแข็งแรงของเจลผสมระหว่าง Ac กับ Fg และ As กับ Fg..... 122

ข. 12 ความยืดหยุ่นของเจลผสมระหว่าง Ac กับ Fg และ As กับ Fg..... 122

ข. 13 การขับน้ำออกจากเจลผสมระหว่าง Ac กับ Fg และ As กับ Fg..... 123

ข. 14 ความขุ่นของเจลผสมระหว่าง Ac กับ Fg และ As กับ Fg..... 123

Prince of Songkla University Pattani Campus