การสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักเพื่อทำฟิล์มที่บริโภคได้

GEL EXTRACTION FROM BASIL SEED MAKE FOR EDIBLE FILM

สุพัตรา จันทร์สุภา

อิษวัต รอดอยู่

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักเพื่อทำฟิล์มที่บริโภคได้

GEL EXTRACTION FROM BASIL SEED MAKE FOR EDIBLE FILM

จัดทำโดย

สุพัตรา จันทร์สุภา รหัสนักศึกษา 58080212

อิษวัต รอดอยู่ รหัสนักศึกษา 58080219

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ประมวล ศรีกาหลง ..... 23 / ม.ค. / 2562

(ผศ.ดร.ประมวล ศรีกาหลง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักเพื่อทำฟิล์มที่บริโภคได้
ชื่อนักศึกษา	สุพัตรา จันทร์สุภา รหัสนักศึกษา 58080212
	อิษวัต รอดอยู่ รหัสนักศึกษา 58080219
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ประมวล ศรีกาหลง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จะนำเจลของเมล็ดแมงลักมาทำผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ จึงนำเจลของเมล็ดแมงลักมาทำเป็นฟิล์มห่ออาหารชนิดรับประทานได้ โดยการทำแผ่นฟิล์มห่ออาหารจากเจลของเมล็ดแมงลักนั้น ได้ทำการศึกษาปัจจัยในการสกัดเมล็ดแมงลักที่สารละลาย pH 3 7 และ 11 ซึ่งที่สารละลาย pH 7 ได้เจลมากที่สุด (จากการวิเคราะห์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)) หลังจากนั้นทำการปั่นเมล็ดแมงลักแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกเจลออกจากเมล็ด แล้วนำเจลเมล็ดแมงลักที่ได้ไปต้มและใช้ vacuum pump ดูดเพื่อไล่อากาศ และเติมกลีเซอรอลปริมาณ 0.5 1 และ 1.5 กรัมของน้ำหนักทั้งหมด โดยปริมาณกลีเซอรอลที่ทำให้แผ่นฟิล์มมีความยืดหยุ่นดีที่สุด คือ 0.5 กรัม จากนั้นนำเจลเมล็ดแมงลักไปอบลมร้อน โดยทำการอบที่ อุณหภูมิ 50 และ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถอบเจลจนได้แผ่นฟิล์มที่มีลักษณะดีที่สุด เมื่อทดลองจนได้แผ่นฟิล์มที่คุณภาพดีที่สุด จึงนำแผ่นฟิล์มห่อกับกล้วยตาก โดยใช้แผ่นฟิล์มขนาด 10x10 cm^2 แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 อาทิตย์ สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง โดยทำการตรวจสอบสีในวันที่ 0 1 3 5 7 10 และ 14 วัน ซึ่งกล้วยตากที่ถูกห่อด้วยแผ่นฟิล์มจากเจลเมล็ดแมงลักสามารถช่วยชะลอให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงได้ช้าลงกว่ากล้วยตากที่ไม่ได้ห่อด้วยแผ่นฟิล์ม

คำสำคัญ: เมล็ดแมงลัก ฟิล์มห่ออาหาร กลีเซอรอล กล้วยตาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Gel extraction from basil seed make for edible film
Student name	Supattra Jansupa Student ID 58080212
	Itsawat Rodyoo Student ID 58080219
Program	Bachelor of Science in Food process engineering
Year	2019
Advisor	Assist.Prof.Dr.Pramoun Srikalong

ABSTRACT

This research will bring the gel of basil seeds to make new products. To increase the value of products. Therefore the gel of basil seed is made into a edible film. Extracted basil seeds factors studied in solution at pH 3 7 and 11, this pH 7 have the most desired value. After that, spin basil seeds and filter fabric to separate the gel from seeds. Then the gel basil seeds that are boiled and used to vacuum pump to remove the air. And add glycerol 0.5 1 and 1.5 grams of total weight. The amount of glycerol a flexible film the best is 0.5 grams. Then the gel basil seeds to bake hot air. By tray dry at 50 and 80 °C which at 50 °C can bake the gel until the film has the best characteristics. Therefore, the film wrapped with dried banana. The film size 10x10 cm^2 and then left at room temperature for 2 weeks. Observe the change By checking the color on day 0 1 3 5 7 10 and 14 days. The dried banana was wrapped with a film of gel basil seeds. Can help slow the color of the product changes slower than dried bananas that are not wrapped with film.

Keywords: Basil seed, Edible film, Glycerol, Dried banana

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปัญหาพิเศษเพื่อจัดทำ ฟิล์มห่ออาหารที่บริโภคได้จากเจลเมล็ดแมงลัก เพื่อศึกษาอัตราส่วนเจลและน้ำที่ใช้สกัด

การนำเสนอปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่าน คือ ผศ.ดร.ประมวล ศรีกาหลง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ให้ความกรุณาแนะนำแนวทางในการศึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าและช่วยให้คำปรึกษาการทำรูปเล่มครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัวของคณะผู้จัดทำที่ให้การสนับสนุนในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และเพื่อนๆ ของคณะผู้จัดทำ ที่ช่วยเหลือ และให้กำลังใจอย่างดียิ่ง จนปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุพัตรา จันทร์สุภา

อิษวัต รอดอยู่

30 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 เมล็ดแมงลัก.....3

2.2 ฟิล์มที่บริโภคได้.....7

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....9

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี.....9

3.2 อุปกรณ์.....9

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....10

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....14

4.1 ผลการศึกษาการสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักที่ pH แตกต่างกัน.....14

4.2 ผลการศึกษากระบวนการอบแห้งเพื่อทำแผ่นฟิล์มของเจลเมล็ดแมงลัก
ที่สกัดได้ในสภาวะที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองที่ 3.3.4.....22

4.3 ผลการศึกษาการทดสอบห่อผลิตภัณฑ์.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ....34

บรรณานุกรม....35

ภาคผนวก....37

ภาคผนวก ก....38

ภาคผนวก ข....40

ภาคผนวก ค....44

ประวัติผู้เขียน....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณค่าทางอาหารของเมล็ดแมงลัก....5

2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเจลเมล็ดแมงลัก....5

2.3 คุณค่าทางอาหารของใบแมงลัก....6

2.4 องค์ประกอบหลักสำหรับผลิตแผ่นฟิล์มและสารเคลือบที่บริโภคได้....8

4.1 ผลการทดสอบหาค่าทางสถิติในการหา % Yield และ % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH 3, 7 และ 11....17

4.2 ผลการเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลของการวัด Texture และน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์ม ที่สภาวะการอบแผ่นฟิล์ม 50 และ 80 องศาเซลเซียส โดยเติม glycerol ที่ 0.5, 1.0 และ 1.5 % 31

4.3 การปลี่ยนแปลงของสีระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ห่อแผ่นฟิล์มกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ห่อ....32

ก.1 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ % Yield ที่ pH 3, 7 และ 11....38

ก.2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ % Loss ที่ pH 3, 7 และ 11....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ต้นแมงลัก....4

2.2 เมล็ดแมงลัก....4

3.1 เมล็ดแมงลักตราไร่ทิพย์....10

3.2 แช่เมล็ดแมงลักที่ pH 3, 7 และ 11....11

3.3 อบเจลด้วยเครื่องอบลมร้อน....12

3.4 แผ่นฟิล์มจากเจลเมล็ดแมงลัก....13

3.5 วัด Texture ของแผ่นฟิล์ม....13

4.1 % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3....14

4.2 % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7....15

4.3 % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11....15

4.4 % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3....16

4.5 % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7....16

4.6 % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11....17

4.7 ค่า L* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3....18

4.8 ค่า L* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7....18

4.9 ค่า L* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11....19

4.10 ค่า a* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3....19

4.11 ค่า a* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7....20

4.12 ค่า a* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11....20

4.13 ค่า b* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3....21

4.14 ค่า b* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7....21

4.15 ค่า b* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11....22

4.16 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 50 °C)....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.17 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5% (อบที่ 50 °C).....23

4.18 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1% (อบที่ 50 °C).....24

4.19 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5% (อบที่ 50 °C).....24

4.20 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 50 °C).....25

4.21 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5% (อบที่ 50 °C).....25

4.22 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1% (อบที่ 50 °C).....26

4.23 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5% (อบที่ 50 °C).....26

4.24 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 80 °C).....27

4.25 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5% (อบที่ 80 °C).....27

4.26 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1% (อบที่ 80 °C).....28

4.27 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5% (อบที่ 80 °C).....28

4.28 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 80 °C).....29

4.29 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5% (อบที่ 80 °C).....29

4.30 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1% (อบที่ 80 °C).....30

4.31 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5% (อบที่ 80 °C).....30

4.32 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ที่ห่อแผ่นฟิล์ม.....33

4.33 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ห่อแผ่นฟิล์ม.....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การพัฒนาฟิล์มที่บริโภคได้และย่อยสลายได้ให้เป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์บางส่วนได้ถูกพัฒนาขึ้น เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะพลาสติก โดยวัสดุของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพที่ผลิตจากโปรตีนโพลีแซคคาไรด์ ไขมัน หรือสารผสม ซึ่งเป็นการลดการเสื่อมสภาพของก๊าซ ความชื้น กลิ่น ไขมัน และนอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อีกด้วย ซึ่งเป็นโอกาสในการลดการใช้พลาสติกจากอุตสาหกรรมอาหาร จึงเริ่มมีความสนใจในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นวัสดุทางเลือกมากยิ่งขึ้นในการผลิตฟิล์มที่บริโภคได้ โดยฟิล์มและสารเคลือบเป็นวัสดุที่สามารถบริโภคได้โดยตรง ซึ่งฟิล์มที่นำมาใช้ห่ออาหารนั้นสามารถป้องกันอาหารที่อยู่ภายใน และยังช่วยเพิ่มคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารได้อีกด้วย หนึ่งในข้อได้เปรียบหลักของการใช้ระบบบรรจุภัณฑ์ที่รับประทานได้ เมื่อเทียบกับระบบบรรจุภัณฑ์สังเคราะห์คือมันเป็นส่วนสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหาร ผู้บริโภคสามารถรับประทานได้โดยไม่ต้องแกะหีบห่อ ยิ่งไปกว่านั้นฟิล์มเหล่านี้มักจะได้มาจากส่วนประกอบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญของการย่อยสลายได้และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่สามารถรับประทานได้ จะมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาเมื่อเลือกวัสดุที่บริโภคได้สำหรับการใช้งานบรรจุภัณฑ์อาหารคือ ความสามารถในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ให้นานที่สุด โดยที่วัสดุของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้จะต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมด้วย โดยฟิล์มที่บริโภคได้นั้นมีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดีสามารถยับยั้งการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างผลิตภัณฑ์อาหารและบรรยากาศ ป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวและปฏิกิริยาทางเคมีและเอนไซม์ที่ไม่พึงประสงค์

เมล็ดแมงลักมีลักษณะเล็กกลมยาวสีดำ เมื่อแช่น้ำจะพองตัวเห็นเป็นเยื่อขาว สามารถพองตัวในน้ำได้ดี มีลักษณะลื่นเป็นเมือก มักจะนิยมบริโภคเป็นอาหารหวาน เมล็ดแมงลักถือเป็นอาหารที่มีประโยชน์สูงมาก เมล็ดแมงลักเป็นหนึ่งในอาหารสมุนไพรที่ได้รับความนิยมบริโภคอย่างสูงในปัจจุบัน เพราะเชื่อกันว่ามีสรรพคุณช่วยลดความอ้วนและช่วยเรื่องการขับถ่าย เป็นยาระบายเพราะเปลือกไลโปทวิลนอกของเมล็ดเป็นสารเมือกขาว และยังมีกากอาหาร ทำให้อุจจาระไม่เกาะลำไส้ ซึ่งช่วยให้ขับถ่ายได้สะดวกขึ้น ช่วยควบคุมน้ำหนัก เพราะเมล็ดแมงลักไม่ก่อให้เกิดพลังงาน และสามารถพองตัวได้ถึง 45 เท่า ช่วยให้ผู้รับประทานมีผิวพรรณและรูปร่างที่ดี สามารถใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักหรือเป็นโรคเบาหวาน ช่วยขับคอเลสเตอรอลไม่ดีออกจากร่างกาย เมล็ดแมงลักจะดูดซับไขมันไว้และเมื่อร่างกายไม่สามารถย่อยกากใยพวกนี้ได้ ไขมันไม่ดีก็จะถูกขับออกมาพร้อมกับกากใยของเมล็ดแมงลัก นอกจากนี้เมื่อรับประทานร่วมกับการให้คำแนะนำทางโภชนาบำบัดจะช่วยรักษาระดับน้ำตาล ระดับคอเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ของผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งประโยชน์เหล่านี้มาจากสารเมือกที่อยู่ในเมล็ดแมงลัก ที่จัดเป็นสารกลุ่มใยอาหารที่ละลายได้ประเภทเดียวกันกับกัม (gum) ซึ่งเป็นสารเพิ่มความหนืดในอุตสาหกรรมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดแมงลัก

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักโดยใช้วิธีการสกัดและ pH ที่แตกต่างกัน ให้ได้ปริมาณของผลผลิตสูงสุด

1.2.3 เพื่อศึกษาความสามารถในการเกิดฟิล์มจากเจลเมล็ดแมงลัก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อจะได้ทราบองค์ประกอบทางกายภาพของเมล็ดแมงลัก

1.3.2 เพื่อจะได้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเจลจากเมล็ดแมงลัก

1.3.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากเมล็ดแมงลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลัก (Basil seed) เป็นพืชล้มลุกที่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับกะเพราและโหรพา พบได้ทั่วไปในประเทศไทย สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ทั้งใบและเมล็ด ในเมล็ดมีส่วนที่เป็นมิวซิเลจหรือสารเมือก ซึ่งสามารถพองตัวในน้ำได้หลายเท่า เมล็ดแมงลักที่พองน้ำแล้วสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักได้ สารเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารที่ใช้เพิ่มความข้นหนืดและใช้เป็นสารแขวนลอย (suspending agent) ในผลิตภัณฑ์ยา (ปลื้มจิตต์และคณะ, 2526 และ2528) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเกิดจากสารเมือกที่อยู่ในมิวซิเลจ หรือสารเมือกเป็นสารในกลุ่มใยอาหารที่สามารถละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ซึ่งจัดเป็นสารประเภทเดียวกับกัม (gum) โดยเฉพาะกัมที่มาจากเมล็ด เช่น กัวร์กัม เป็นต้น (ศศิธรและปราณี, 2545)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.1.1.1 ลำต้น ต้นแมงลักเป็นพืชล้มลุกอยู่ในวงศ์เดียวกันกับกะเพราและโหรพา มีลำต้นสูงประมาณ 30-80 เซนติเมตร โดยแต่ละต้นจะมีอายุเฉลี่ย 1-2 ปี

2.1.1.2 ใบแมงลักมีสีเขียวอ่อนคล้ายกับใบกะเพรา เป็นใบเดี่ยว ใบเรียงตรงข้ามเป็นคู่ๆ ลักษณะของใบจะกลมรี ขนาดของใบกว้างประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5-5.5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม มีขนนิ่ม ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อยเล็กน้อย ใบมีกลิ่นหอม ก้านใบยาว 1-2.5 เซนติเมตร มีขนประปราย

2.1.1.3 ดอกและช่อจะออกที่ปลายยอด ยาวประมาณ 6-18 เซนติเมตร อาจเป็นช่อเดี่ยวหรือแตกออกเป็นช่อย่อยๆ มีขนสีขาวตามก้านช่อดอกยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ดอกจะมีลักษณะเป็นกลีบสีขาวโดยจะบานจากล่างขึ้นไปบน กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันเป็นหลอดรูประฆังสีเขียว เกสรตัวเมียมี 1 อัน เกสรตัวผู้มี 2 คู่ คู่บนยาวกว่าคู่ล่าง เกสรตัวผู้จะยื่นยาวกว่ากลีบดอก ดอกย่อยออกโดยรอบก้านก่อเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีดอกย่อย 6 ดอก

2.1.1.4 เมล็ดแมงลักมีลักษณะกลมรี สีดำ เมื่อถูกน้ำเปลือกนอกจะพองออก เป็นเมือกสีขาวหนาและโปร่งแสง การพองตัวของ เมล็ดแมงลักจะเกิดขึ้นทันที เมื่อถูกน้ำส่วนใหญ่เกิดในช่วงเวลา 10 นาที ถึง 1 ชั่วโมง หลังจากนี้ ยังพองตัวได้อีกแต่ช้าลง การพองตัวจะหยุดลงหลังจากผ่านไป 12 ชั่วโมง ถ้าทิ้งไว้นานต่อไปสารเมือกบางส่วนจะย่อยหลุดออกจากเมล็ด ปริมาตรน้ำที่สามารถดูดได้มากที่สุดคือ 26 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเมล็ด 1 กรัม (ประมาณ 780 เมล็ด) ขนาดของเมล็ดเมื่อพองตัวเต็มที่จะกว้างประมาณ 3.4-4.6 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 4.1-5.0 มิลลิเมตร เมือกของเมล็ดแมงลักประกอบด้วยสายของเม็ดแป้งจำนวนมากเรียงตัวกันแน่นอยู่ในแนวตั้งกับเปลือกของเมล็ด จำนวนของเม็ดแป้งในแต่ละสายมีประมาณ 50-70 เม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ต้นแมงลัก

ที่มา www.medthai.com

รูปที่ 2.2 เมล็ดแมงลัก

ที่มา www.springnew.co.th

2.1.2 ประโยชน์ของแมงลัก

2.1.2.1 ลำต้นนำมาตำให้ละเอียดเพื่อคั้นเอาน้ำดื่ม เป็นยาแก้โรคหลอดลมอักเสบ แก้หวัด และแก้โรคทางเดินท้องร่วง

2.1.2.2 ใบแมงลักนิยมนำมาใช้ประกอบอาหาร เช่น แกงเลียง และใบแมงลักยังมีสรรพคุณในการรักษาโรคหลอดลมอักเสบ โรคท้องร่วง และไข้หวัด โดยการนำใบมาตำให้ละเอียดแล้วคั้นเอาแต่น้ำมารับประทาน และยังสามารถตำใบแมงลักแล้วนำมาทาที่ร่างกายเพื่อแก้โรคผิวหนังได้อีกด้วย แพทย์แผนโบราณใช้ใบแมงลักเพื่อรักษากลากน้ำนมบนใบหน้าเด็ก โดยใช้ใบสด 10 ใบ ล้างให้สะอาด แล้วตำผสมน้ำเล็กน้อย คั้นน้ำทาบริเวณที่เป็นกลากน้ำนม ซึ่งมักเป็นผื่นแดง โดยทาวันละครั้ง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ อีกทั้งใบแมงลักยังมีน้ำมันหอมระเหยราวร้อยละ 0.7 น้ำมันหอมระเหยที่เป็นส่วนประกอบหลักคือ ซิทรัล (citral) ซึ่งต่างประเทศใช้ใบแมงลักแต่งกลิ่นอาหาร เนื่องจากมีกลิ่นมะนาวจึงมักใช้แต่งกลิ่นอาหารจำพวกปลาและไก่ในอาหารฝรั่ง

2.1.2.3 เมล็ด ใช้เมล็ดแห้งเมื่อนำมาแช่น้ำจะเกิดการพองตัว นำมารับประทานใช้เป็นยาระบาย โดยไปเพิ่มปริมาณของกากอาหาร กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ เพราะเปลือกเมล็ดหรือผลมีสารเมือก เมื่อเข้าสู่ร่างกายเมือกจะไม่ถูกย่อยจึงช่วยเพิ่มกากอาหาร และนอกจากนั้นเมือกยังช่วยหล่อลื่นและทำให้อุจจาระอ่อนตัว ช่วยให้ขับถ่ายสะดวก ใช้ลดความอ้วน เนื่องจากเมล็ดมีสารเมือกซึ่งสามารถพองตัวในน้ำได้ 45 เท่า เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ชอบกินอาหารที่มีกาก ใช้ผลแมงลัก 1-2 ช้อนชา แช่น้ำ 1 แก้ว ทิ้งไว้จนพองตัวเต็มที่ กินก่อนมื้ออาหารครึ่งชั่วโมง แล้วดื่มน้ำตามจะช่วยให้กินอาหารได้น้อยลง

ข้อควรระวังในการใช้เมล็ดแมงลัก ถ้าใช้เมล็ดแมงลักที่ยังพองตัวไม่เต็มที่ จะทำให้มีการดูดน้ำจากลำไส้จนเกิดอาการขาดน้ำ และอาจทำให้เกิดอาการลำไส้อุดตันได้ (โดยเฉพาะแมงลักที่บดเป็นผง) โดยเมือกจะไปดูดน้ำในกระเพาะอาหารและลำไส้ เพื่อให้เมล็ดพองตัวเต็มที่ ทำให้เกิดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และอุจจาระแข็งทำให้ท้องผูกมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลัก

2.1.3.1 คุณค่าทางอาหารของเมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลักตราไร่ทิพย์ ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 420 kcal อุดมไปด้วยสารอาหารมากมายดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของเมล็ดแมงลัก

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ (กรัม)
คาร์โบไฮเดรต	54
โปรตีน	15
ไขมัน	16
ใยอาหาร	54

ที่มา: ค่าโภชนาการของไร่ทิพย์ (2562)

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเจลจากเมล็ดแมงลัก

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	11.29±0.44
โปรตีน	1.75±0.00
ไขมัน	0.67±0.10
เถ้า	4.70±0.48
เส้นใย	81.04±0.63
คาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณ)	0.55

ที่มา: ปิยนุสร์และวชิรพันธ์ (2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางอาหารของใบแมงลัก

ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลสารอาหารไทย โดยสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยพายัพ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ ระบุว่า ใบแมงลักหนึ่งหน่วยบริโภคให้พลังงานเพียง 32 กิโลแคอลรี และยังให้แร่ธาตุวิตามินมากมาย ดังนี้

คุณค่าทางอาหารของใบแมงลัก	ปริมาณ
วิตามินบี 1	0.12 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.28 มิลลิกรัม
วิตามินซี	12 มิลลิกรัม
แคลเซียม	194 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	42 มิลลิกรัม
เหล็ก	3.8 มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	2.2 กรัม
โปรตีน	4.1 กรัม
ไขมัน	0.8 กรัม
น้ำ	89.3 กรัม
ไฟเบอร์	1.6 กรัม

ที่มา: มหาวิทยาลัยพายัพ (2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ฟิล์มที่บริโภคได้

ฟิล์มที่บริโภคได้ (Edible film) คือการใช้วัสดุที่สามารถบริโภคได้ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และส่วนผสมของสารดังกล่าว มาทำให้เป็นแผ่นบาง เพื่อนำมาใช้ป้องกันอาหารโดยเคลือบผิวอาหาร โดยตรง หรือเตรียมแผ่นฟิล์มขึ้นมาก่อนแล้วนำมาใช้กับอาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อชะลอการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ จุลินทรีย์ สารละลาย และสารอื่นๆ รวมทั้งลดการเสียหายจากการขนส่ง โดยสามารถคงคุณภาพตลอดอายุการเก็บ เพื่อใช้ในการปรับปรุงสมบัติเชิงกลและลักษณะที่เหมาะสมต่อการใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร (Bertuzzi, 2006) การเลือกวัตถุดิบในการเตรียมสารละลายฟิล์มบริโภคได้ มีส่วนสำคัญในการบ่งบอกหน้าที่ของฟิล์มสำหรับห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบทางชีวภาพสำหรับผลิตฟิล์มบริโภคได้ สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. ฟิล์มโปรตีน ได้แก่ เจลาติน (gelatin), คอลลาเจน (collagen), โปรตีนข้าวโพด (zein protein), โปรตีนนม (milk protein), โปรตีนจากเมล็ดพืชน้ำมัน (oilseed protein), โปรตีนข้าวสาลี (wheat gluten protein) และโปรตีนจากแหล่งอื่นๆ (other protein) เช่น ไข่ขาว (albumin)

2. ฟิล์มและสารเคลือบจากไขมัน ได้แก่ สารลดแรงตึงผิว, แว๊กซ์, เรซิน และกรดไขมัน

3. ฟิล์มโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide film) ได้แก่ คาราจีแนน (carrageenan), แอลจิเนต (alginate), เซลลูโลส (cellulose), สตาร์ช (starch), เพคติน (pectin) และไคโตซาน (chitosan)

4. ฟิล์มประกอบ (Composite film) เป็นการใช้สารชนิดเดียวกัน หรือสารต่างชนิดผสมเข้าด้วยกัน เพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการในการนำมาประยุกต์ใช้ เช่น ฟิล์มประกอบที่เกิดจากการรวมกันของโปรตีนโกลบูลินและกรดไขมัน (Zahedi และคณะ, 2010) และฟิล์มประกอบที่เกิดจากการรวมกันของเซลลูโลสกับลิพิด (Ayranci และ Tunc, 2001) ซึ่งช่วยป้องกันการแพร่ผ่านของไอน้ำได้ดีขึ้น โดยการผสมกรดสเตียริกในโปรตีนเวย์จะสามารถช่วยลดการแพร่ผ่านไอน้ำ แต่จะส่งผลทำให้ค่า Tensile strength ของฟิล์มลดลงด้วย (Yoshida และ Antunes, 2004) เป็นต้น

2.2.1 หน้าที่หลักของฟิล์มหรือสารเคลือบที่บริโภคได้

1. ช่วยปกป้องอาหาร (food protection) โดยฟิล์มหรือสารเคลือบผิวบริโภคได้ มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของสาร (mass transfer barrier) เช่น ต้านการซึมผ่านของไอน้ำ ต้านการซึมผ่านของตัวทำละลาย และต้านต่อแรงที่มากระทบ โดยจากการศึกษาพบว่าสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมโดยรอบ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ โดยทั่วไปพบว่าฟิล์มจะมีคุณสมบัติ ยอมให้น้ำซึมผ่านได้เพิ่มมากขึ้นในสภาวะที่มีความชื้นสูง

2. ช่วยชะลอการเสื่อมเสียของอาหาร (food preservation) จากปฏิกิริยาต่างๆ เช่น จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น จากการหายใจ ซึ่งฟิล์มควรจะมีสมบัติในการต้านการซึมผ่านของก๊าซได้ (ธัญญาภรณ์,2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 องค์ประกอบของฟิล์มและสารเคลือบที่บริโภคได้

ฟิล์มและสารเคลือบที่บริโภคได้ผลิตจาก 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ พอลิเมอร์ชีวภาพและพลาสติไซเซอร์ ซึ่งอาจเติมแต่งด้วยวัตถุที่บริโภคได้ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ให้ดีขึ้น ตัวอย่างของวัตถุดิบในการผลิตฟิล์มและสารเคลือบที่บริโภคได้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบหลักสำหรับผลิตฟิล์มและสารเคลือบที่บริโภคได้

องค์ประกอบ	วัตถุดิบ
วัสดุหลักที่ใช้สำหรับขึ้นรูป	- กลุ่มพอลิแซกคาไรด์ ได้แก่ สตาร์ช สตาร์ชดัดแปร อนุพันธ์ของเซลลูโลส (คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เมทิเซลลูโลส ไฮดรอกซีพอพิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีโพพิลเซลลูโลส เมทิลเซลลูโลส) อัลจิเนต คาราจีแนน เพกทิน พูลลูแลน ไคโตแซน และกัม - กลุ่มโปรตีน ได้แก่ คอลลาเจน เจลาติน เคซีน เวย์โปรตีน คอร์นซีน กลูเตนจากข้าวสาลีโปรตีนจากถั่วเหลือง โปรตีนจากไข่ขาว ไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนจากปลา โปรตีนจากขาวฟ่าง ถั่วลันเตา ถั่วลิสง รำข้าว เมล็ดฝ้าย และ เคอราทิน - กลุ่มลิพิด ได้แก่ ไข (ขี้ผึ้ง พาราฟิน ไขจากรำข้าว) เรซิน (เชลแล็ก และ เทอรพีน) และอะซิโทไกลเซอไรด์
พลาสติไซเซอร์	กลีเซอริน พอพิลีนไกลคอล ซอร์บิทอล ซูโครส พอลิเอทิลีน ไกลคอล คอร์นไซรัป และน้ำ
สารเติมแต่ง	สารต้านออกซิเดชัน สารต้านจุลินทรีย์ สารอาหาร สารเติมแต่งทางเวชภัณฑ์ กลิ่นรส และสี
สารเติมแต่งอื่นๆ	สารทำอิมัลชัน (เลซิทิน ทวีน สแปน) สารทำอิมัลชันที่เป็นไขมัน (ไขบริโภคได้และกรดไขมัน)

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Han (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

เมล็ดแมงลัก (ยี่ห้อไร่ทิพย์ 500 กรัม ต่อ 1 ถุง)

กล้วยตาก

น้ำเปล่า

3.1.2 สารเคมี

กรดไฮโดรคลอริก (HCL)

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

กลีเซอรอล

3.2 อุปกรณ์

บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.

บีกเกอร์ ขนาด 1000 ml.

กระบอกตวง ขนาด 100 ml.

ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml.

เครื่องปั่น ยี่ห้อ Philip

ผ้าขาวบาง

แท่งแก้ว

ถาด

แท่งแม่เหล็ก (magnetic bar)

เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METLER TOLEDO รุ่น ML204/01

เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METLER TOLEDO รุ่น ML-3002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300

เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH meter) ยี่ห้อ Seven Compact รุ่น S210-Kit

เครื่องอบลมร้อน (Tray dry)

เครื่องวัด Texture ยี่ห้อ Iqualitrol รุ่น GY-1

เครื่อง Vacuum Pump ยี่ห้อ ROCKER 300

เครื่อง Magnetic stirrer ยี่ห้อ IKA รุ่น C-MAG HS7

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ในการทดลองการสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักเพื่อทำฟิล์มที่รับประทานได้ แบ่งออกเป็นการทดลองการสกัดเจลเมล็ดแมงลักในสภาวะที่ดีที่สุดและการทดสอบประสิทธิภาพในการนำเจลไปใช้เป็นแผ่นฟิล์ม

3.3.1 การคัดเลือกวัตถุดิบ

3.3.1.1 เมล็ดแมงลักสำเร็จรูป (ยี่ห้อไร่ทิพย์ 500 กรัม ต่อ 1ถุง)

3.3.1.2 น้ำกลั่น (ห้องปฏิบัติการการได้เตรียมไว้)

ภาพที่ 3.1 เมล็ดแมงลักตราไร่ทิพย์

3.3.2 การเตรียมวัตถุดิบ

3.3.2.1 ชั่งน้ำหนักเมล็ดแมงลัก 25 กรัม ต่อน้ำ 1000 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:40 เท่า) แช่น้ำ 1000 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที ที่ pH ต่างๆ ตามข้อที่ 3.3.2.2

3.3.2.2 เตรียมสารละลาย pH ที่ 3 7 11 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) และ เบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการเตรียมแล้วใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส เพื่อให้ได้ค่า pH ที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การทดลองศึกษาการสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักที่ pH แตกต่างกัน

3.3.3.1 ทดลองแช่เมล็ดแมงลักที่ pH ต่างๆ ตามข้อ 3.3.2.1 และ 3.3.2.2 จากนั้นคนให้เข้ากันเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

ภาพที่ 3.2 แช่เมล็ดแมงลักที่ pH 3 7 และ 11

3.3.3.2 นำเมล็ดแมงลักที่ได้ไปเข้าเครื่องปั่นอเนกประสงค์เพื่อตีเจลให้กรองออกมาได้ง่าย เป็นเวลา 2 นาที

3.3.3.3 แยกเจลออกจากเมล็ดโดยการกรองด้วยผ้าขาวบาง

3.3.3.4 นำเจลที่ได้มาตรวจสอบคุณลักษณะ ตรวจสอบสีด้วยเครื่อง Colorimeter ชั่งน้ำหนักแล้ววิเคราะห์หา % yield, % Loss โดยคำนวณจากน้ำหนักก่อนสกัดเจลกับหลังสกัดเจล ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ CRD พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการใช้โปรแกรม SPSS คำนวณหาค่า pH ที่เหมาะสมในการสกัดเจลเมล็ดแมงลักให้ได้มากที่สุด โดยพิจารณาค่าทางสถิติจากการทดลองแล้วหาค่า % yield, % Loss โดยค่า pH ที่ทำให้สกัดเจลได้ผลดี
ที่สุดคือที่ pH 7

3.3.4 ศึกษากระบวนการอบแห้งเพื่อทำแผ่นฟิล์มของเจลเมล็ดแมงลักที่สกัดได้ในสภาวะที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลอง 3.3.3

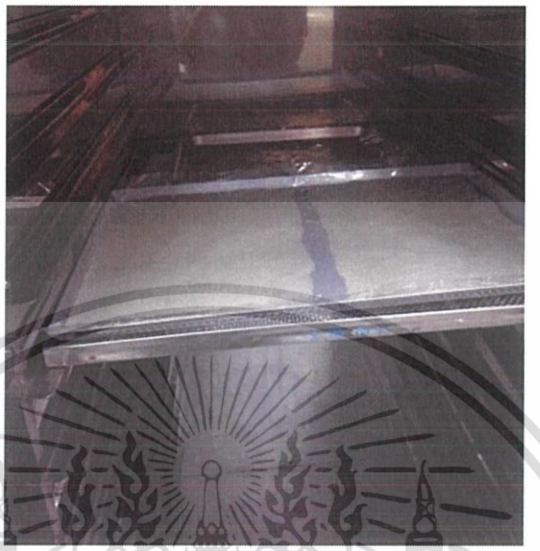
3.3.4.1 นำสารสกัดเจลเมล็ดแมงลักที่ได้จากกระบวนการสกัดที่สภาวะที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลอง 3.3.3 มาให้ความร้อนแล้วกวนสารด้วยเครื่อง Magnetic Stirrer พร้อมกับใช้ Vacuum Pump ดูดอากาศเพื่อกำจัดฟองอากาศที่ไม่พึงประสงค์ออกเป็นเวลา 30 นาที

3.3.4.2 เติมกลีเซอรอล ที่ใช้สำหรับอาหารเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับแผ่นฟิล์ม โดยทดลองใช้ที่ 0.5,1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมด แล้วเปรียบเทียบผลที่ทำให้แผ่นฟิล์มออกมามีคุณภาพดีที่สุด

3.3.4.3 เตรียมถาดที่จะนำเจลเข้าไปอบแบบ Tray dry โดยต้องรองพื้นถาดด้วยถุงร้อน (PP) ให้เรียบร้อยก่อนที่จะเทเจลลงไปขณะร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.4 จากนั้นนำไปอบแห้งแบบ Tray dry ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ 80 องศาเซลเซียส เพื่อเปรียบเทียบผลที่ทำให้เกิดแผ่นฟิล์มดีที่สุดที่อุณหภูมิต่างกัน หลังจากนั้นลอกเจลออกมาเจลจะกลายเป็นแผ่นฟิล์ม



ภาพที่ 3.3 อบเจลด้วยเครื่องอบลมร้อน

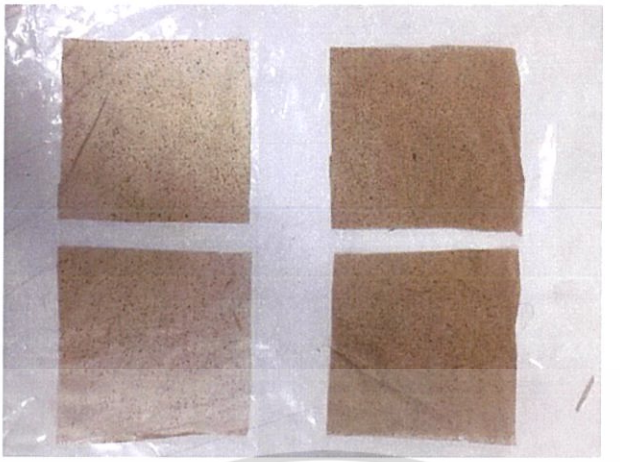
3.3.4.5 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ลักษณะปรากฏแล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการใช้โปรแกรม SPSS คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม โดยพิจารณาค่าทางสถิติของผลการทดลองจากการศึกษาหาค่าทางเคมีและกายภาพ ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะปรากฏ ประเมินสีของแผ่นฟิล์มด้วยเครื่องตรวจสอบสี Colorimeter ตรวจสอบขนาด น้ำหนักของแผ่นฟิล์มต่อหนึ่งแผ่น และแผ่นฟิล์มควรมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มเรียบสวย

2. คุณภาพทางประสาทสัมผัส ไม่เหนียว ไม่ลื่น จับง่าย

3. ประสิทธิภาพการเป็นแผ่นฟิล์ม ความเหนียวความยืดหยุ่น ความสามารถในการรับน้ำหนักได้ โดยใช้เครื่องวัด Texture วัดทดสอบ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าแผ่นฟิล์มที่ได้ผลดีที่สุดคือได้จากการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 แผ่นฟิล์มจากเจลเมล็ดแมงลัก

ภาพที่ 3.5 วัด Texture ของแผ่นฟิล์ม

3.3.5 ศึกษาความสามารถในการใช้งานห่อผลิตภัณฑ์

3.3.5.1 ทดสอบห่อกับกล้วยตาก แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 2 อาทิตย์ที่อุณหภูมิห้องสังเกตการเปลี่ยนแปลง โดยทำการตรวจในวันที่ 0 1 3 5 7 10 และ 14 วัน โดยใช้แผ่นฟิล์มเมล็ดแมงลักที่สภาวะการอบแห้งที่ดีที่สุดจากการทดลอง 3.3.4 มาทดสอบ

3.3.5.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าสีเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ห่อและไม่ได้ห่อ สังเกตลักษณะปรากฏอื่นๆที่เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น การเกิดรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

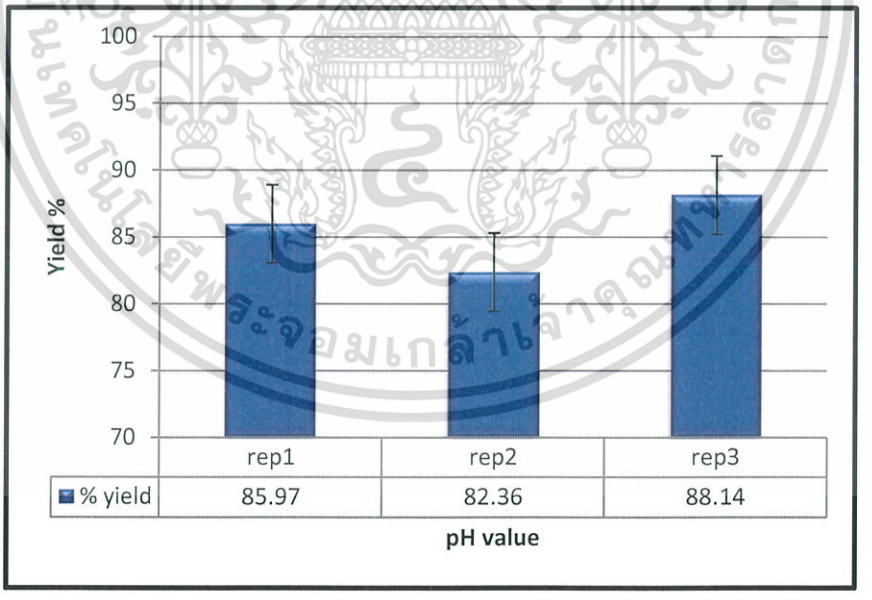
ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาการสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักที่ pH แตกต่างกัน

การศึกษาผลของปริมาณที่ได้จากการสกัดเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH แตกต่างกัน โดยศึกษาต่างกัน 3 ระดับ คือที่ pH 3 7 และ 11 เพื่อหาสภาวะ pH ที่ดีที่สุดที่ทำให้เจลออกมาได้มากที่สุด มี % yield มาก มี % Loss น้อย และมีสีที่พึงประสงค์

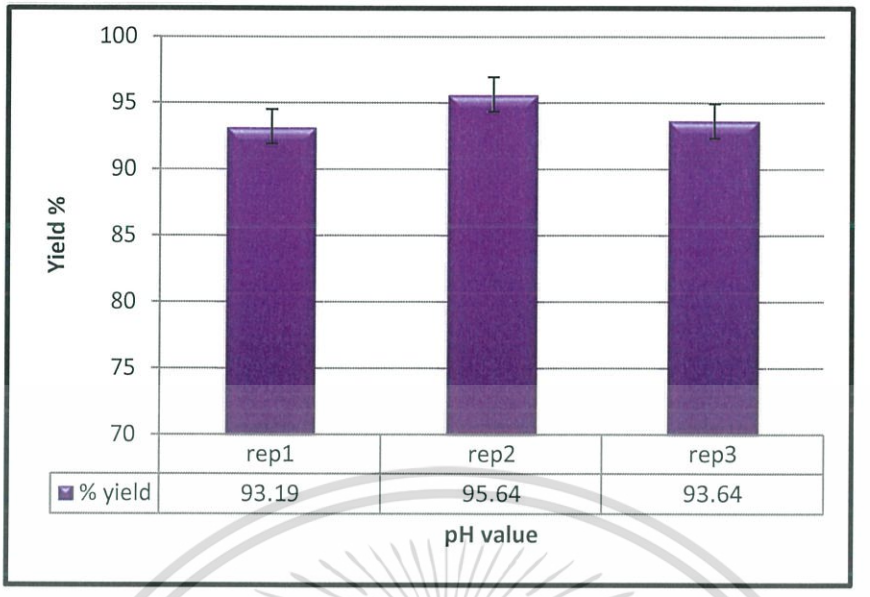
จากการทดสอบหาสภาวะที่ดีที่สุดของการสกัดเจลเมล็ดแมงลักพบว่า ที่ pH 3 มี %yield 85.49±2.919% มี % Loss 14.51±2.919 ที่ pH 7 มี % yield 94.15±1.304% มี % Loss 5.84±1.304 และที่ pH 11 มี % yield 80.03±1.010% มี % Loss 19.96±1.010 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าที่ pH7 แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนที่ pH 3 กับ pH 11 พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และเนื่องจากที่ pH 7 มีค่าที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงใช้สูตรที่ pH 7 ศึกษาในขั้นต่อไป สำหรับผลการทดสอบ % Yield และ % Loss แสดงดังกราฟต่อไปนี้

4.1.1 กราฟแสดงผลการทดสอบหาค่า % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH 3, 7 และ 11

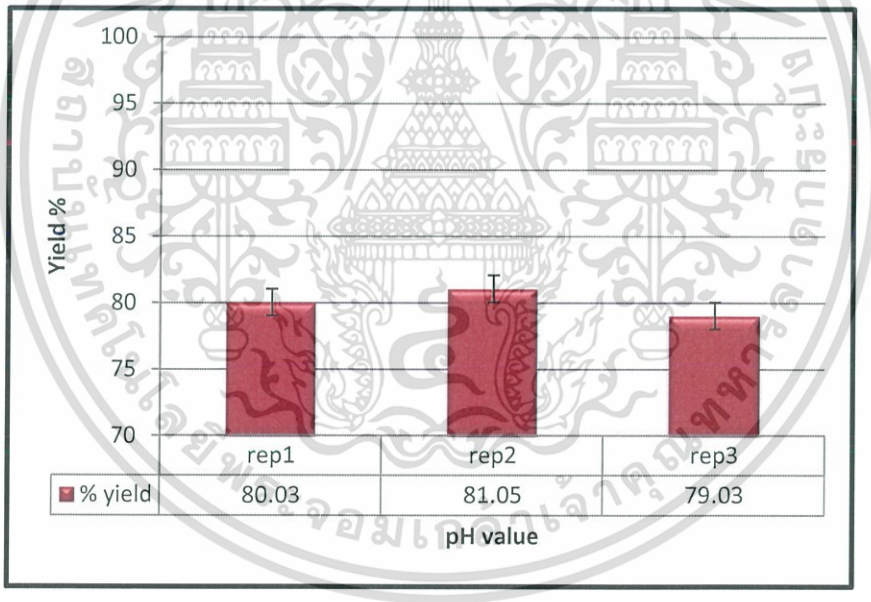


ภาพที่ 4.1 % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



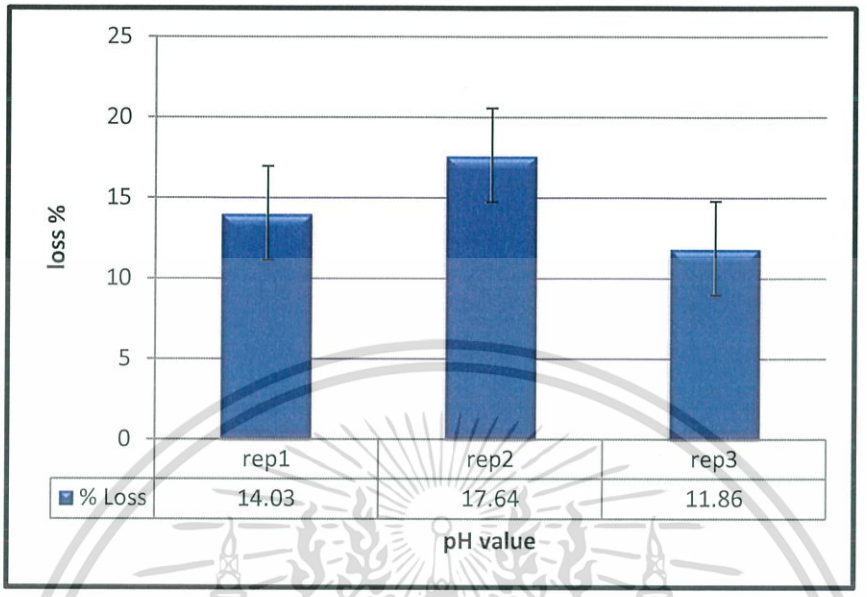
ภาพที่ 4.2 % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7



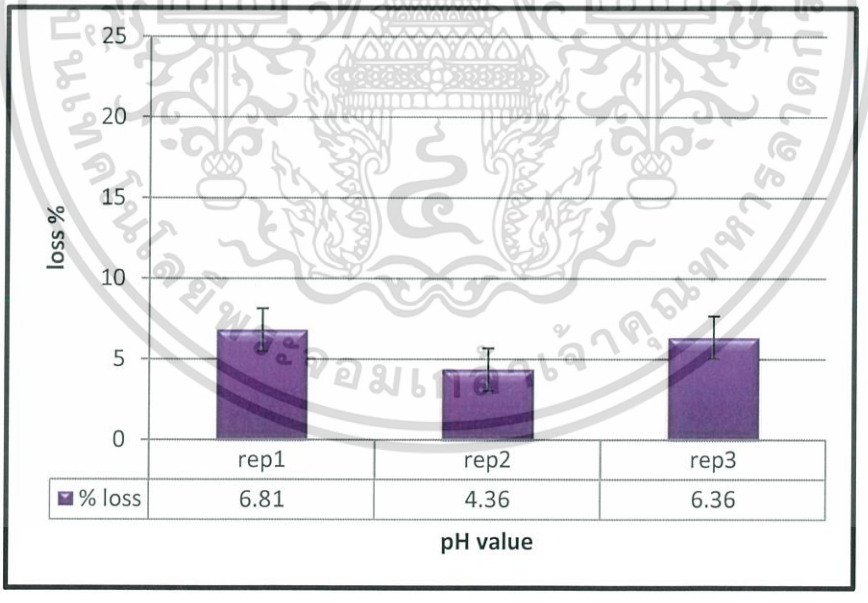
ภาพที่ 4.3 % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 กราฟแสดงผลการทดสอบหาค่า % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH 3, 7 และ 11

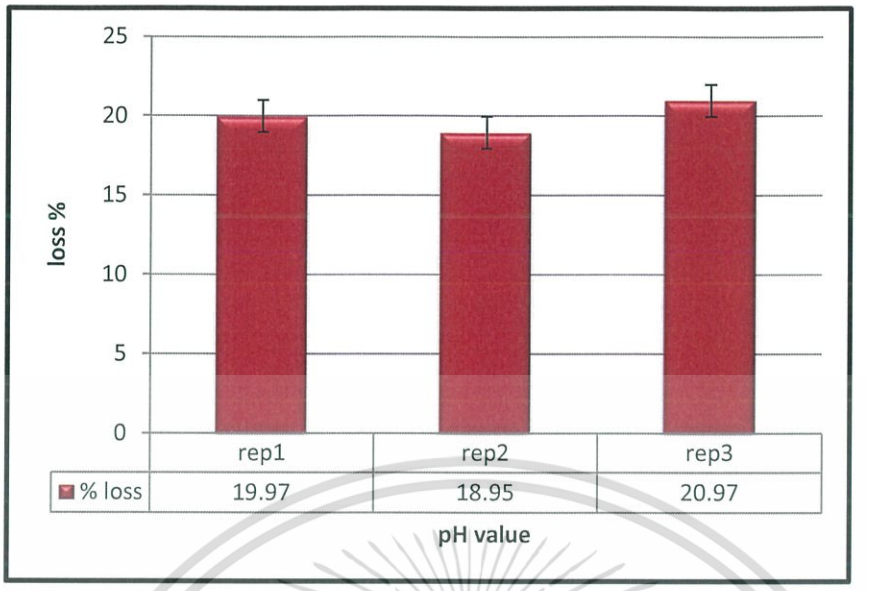


ภาพที่ 4.4 % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3



ภาพที่ 4.5 % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบหาค่าทางสถิติในการหา % Yield และ % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH 3, 7 และ 11

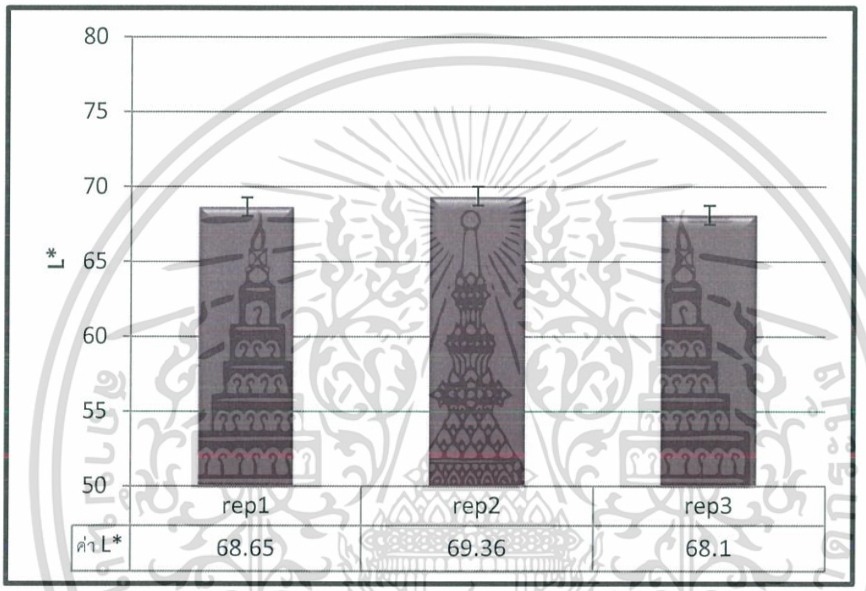
Treatment	% Yield	% Loss
pH 3	85.49±2.919 [a]	14.51±2.919 [a]
pH 7	94.15±1.304 [b]	5.84±1.304 [b]
pH 11	80.03±1.010 [a]	19.96±1.010 [a]

หมายเหตุ: [a-b] คือตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

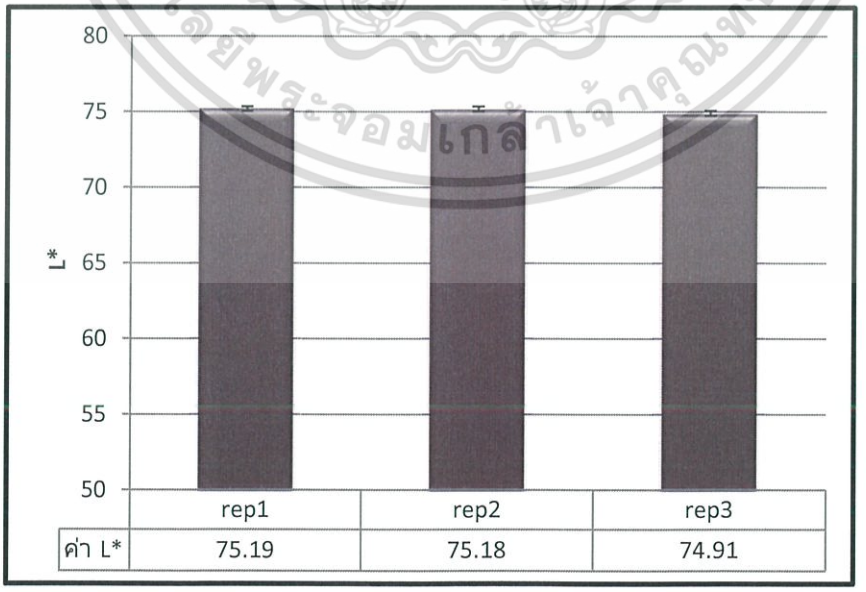
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบหาสภาวะที่ดีที่สุดของการสกัดเจลเมล็ดแมงลักพบว่า ที่ pH 3 มีค่า L* เท่ากับ 68.70±0.632 มีค่า a* เท่ากับ 1.10±0.058 มีค่า b* เท่ากับ 12.26±0.728 ที่ pH 7 มีค่า L* เท่ากับ 75.09±0.159 มีค่า a* เท่ากับ 0.79±0.075 มีค่า b* เท่ากับ 10.63±0.416 และที่ pH 11 มีค่า L* เท่ากับ 57.72±0.066 มีค่า a* เท่ากับ 2.45±0.265 มีค่า b* เท่ากับ 12.23±0.636 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าที่ pH 7 แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนที่ pH 3 กับ pH 11 พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และเนื่องจากที่ pH 7 มีค่าที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงใช้สูตรที่ pH 7 ศึกษาในขั้นต่อไป สำหรับผลการทดสอบสีแสดงค่า L* a* b* ดังกราฟต่อไปนี้

4.1.3 ผลการทดสอบการหาค่าสีของเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH ต่างๆ

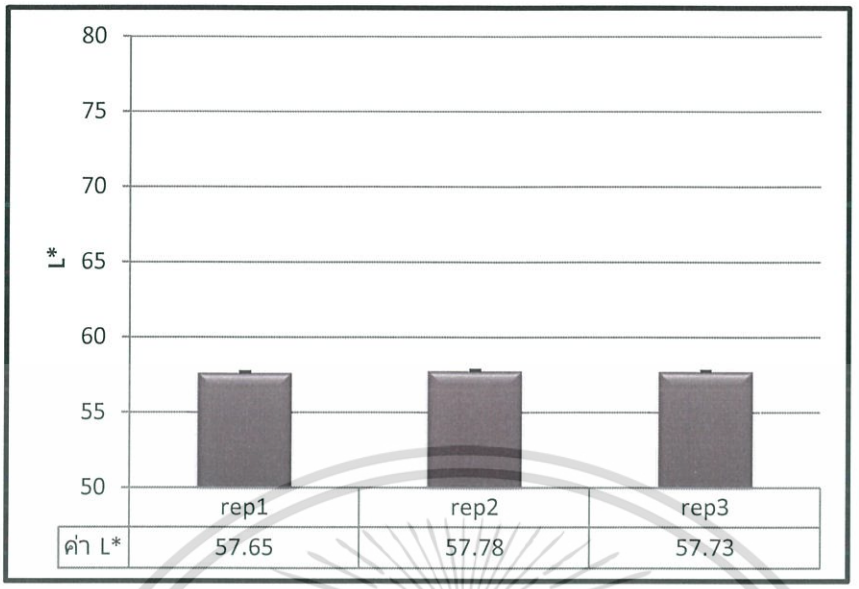


ภาพที่ 4.7 ค่า L* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3

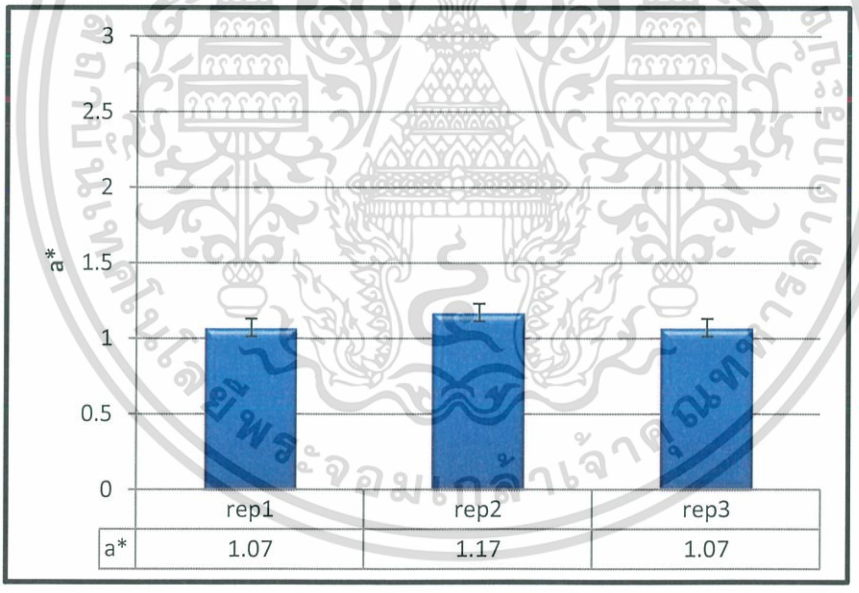


ภาพที่ 4.8 ค่า L* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

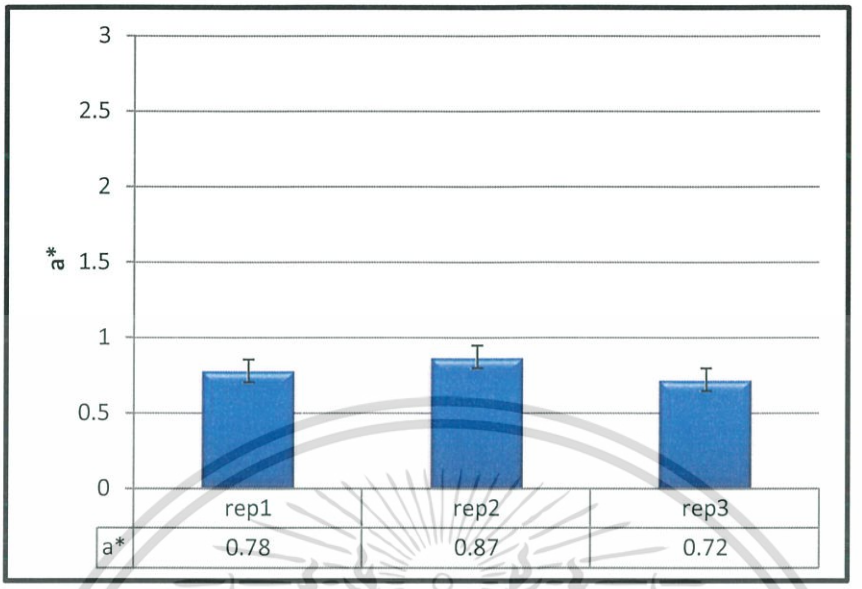


ภาพที่ 4.9 ค่า L* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11

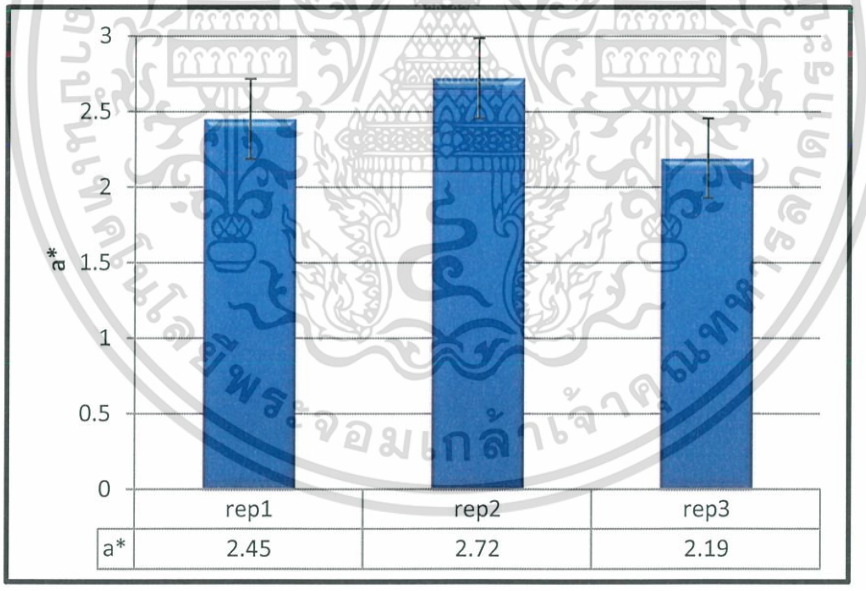


ภาพที่ 4.10 ค่า a* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

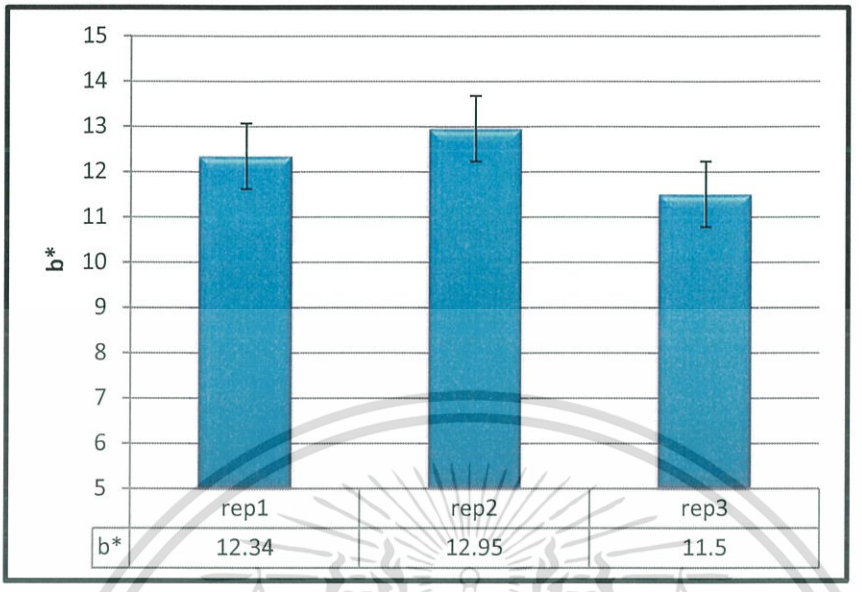


ภาพที่ 4.11 ค่า a* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7

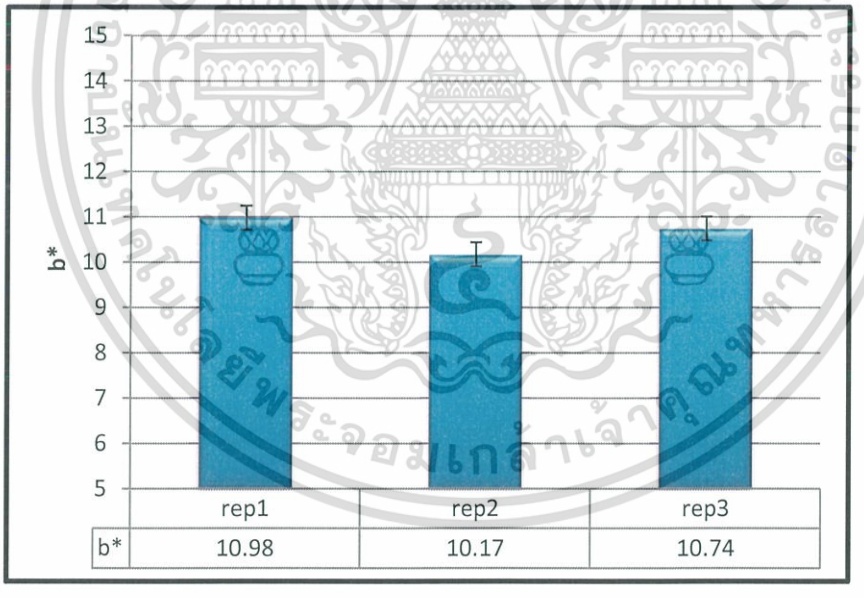


ภาพที่ 4.12 ค่า a* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

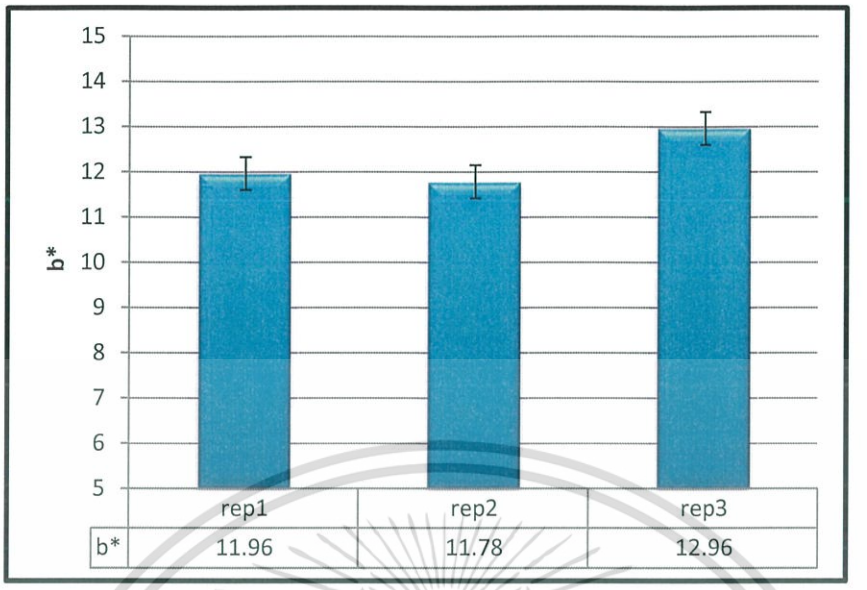


ภาพที่ 4.13 ค่า b* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 3



ภาพที่ 4.14 ค่า b* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



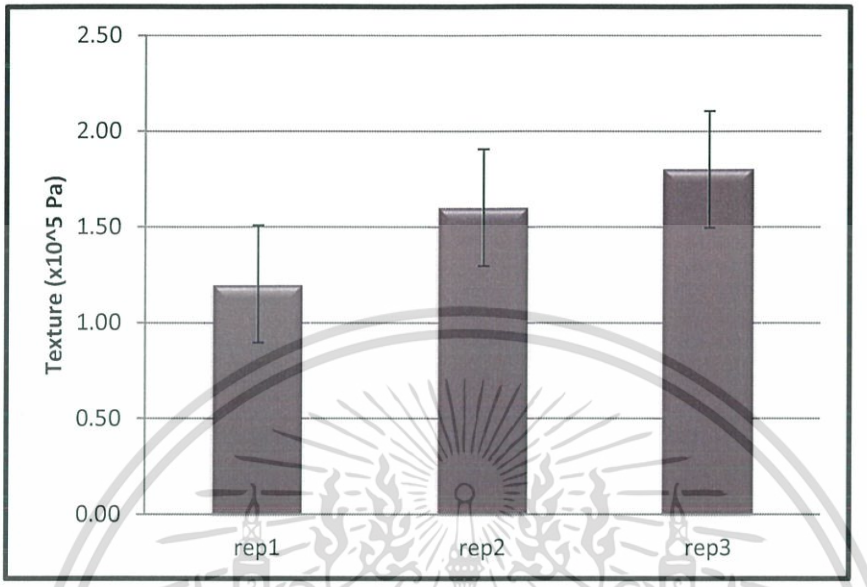
ภาพที่ 4.15 ค่า b* ของเจลเมล็ดแมงลักที่ pH 11

4.2 ผลการศึกษากระบวนการอบแห้งเพื่อทำแผ่นฟิล์มของเจลเมล็ดแมงลักที่สกัดได้ในสภาวะที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองที่ 3.3.4

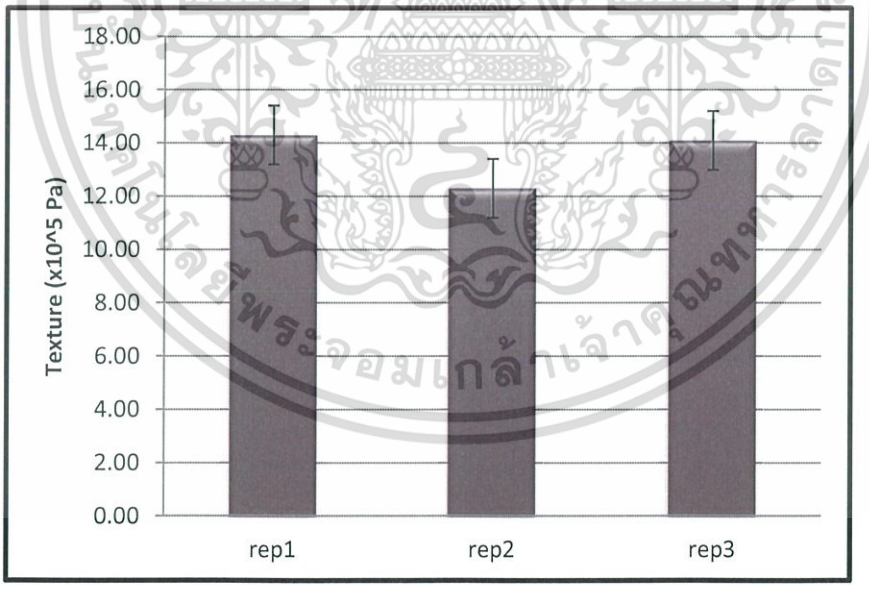
จากการทดสอบหากระบวนการอบแห้งเพื่อทำแผ่นฟิล์มของเจลเมล็ดแมงลักที่สกัดได้ในสภาวะที่ดีที่สุดคือที่ pH 7 พบว่า ที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติม glycerol 0.5 % เป็นสภาวะที่ดีที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าที่ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติม glycerol 0.5 % แตกต่างและไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับที่สภาวะอื่น ซึ่งดูได้จากตารางที่ 4.2 และกราฟที่ 4.16-4.31 จึงใช้สูตรที่ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติม glycerol 0.5 % ศึกษาในขั้นต่อไป สำหรับผลการทดสอบ Texture และ น้ำหนักต่อขนาด 10 x 10 cm^2 ที่เติม glycerol ลงในเจลเมล็ดแมงลักในปริมาณ 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 1.5 % ของน้ำหนักทั้งหมด และอบที่อุณหภูมิต่างกันคือ 50 กับ 80 องศาเซลเซียส ได้แสดงดังข้อมูลต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ผลการทดสอบ Texture ของเจลเมล็ดแมงลักที่เติม glycerol ลงในเจลเมล็ดแมงลักใน ปริมาณ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 % ของน้ำหนักทั้งหมด และอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

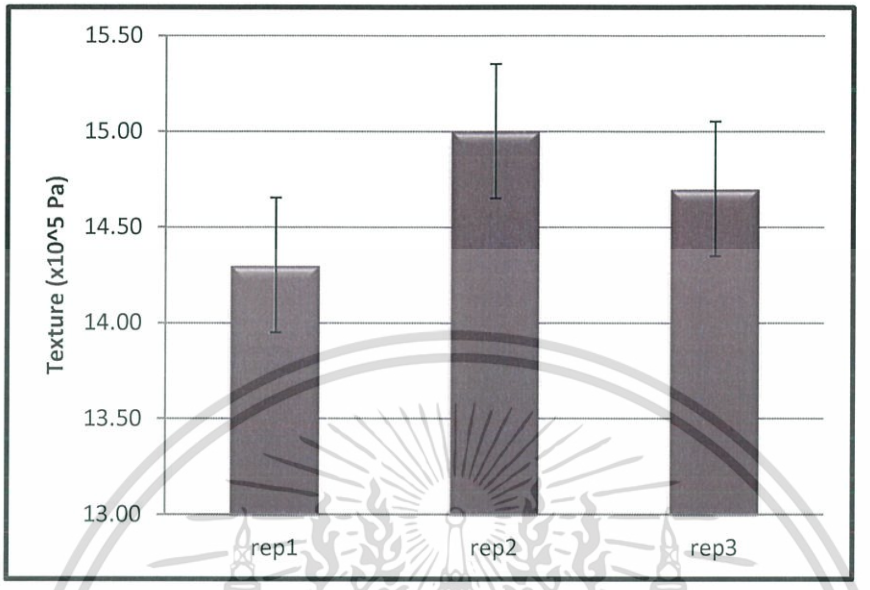


ภาพที่ 4.16 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 50 °C)

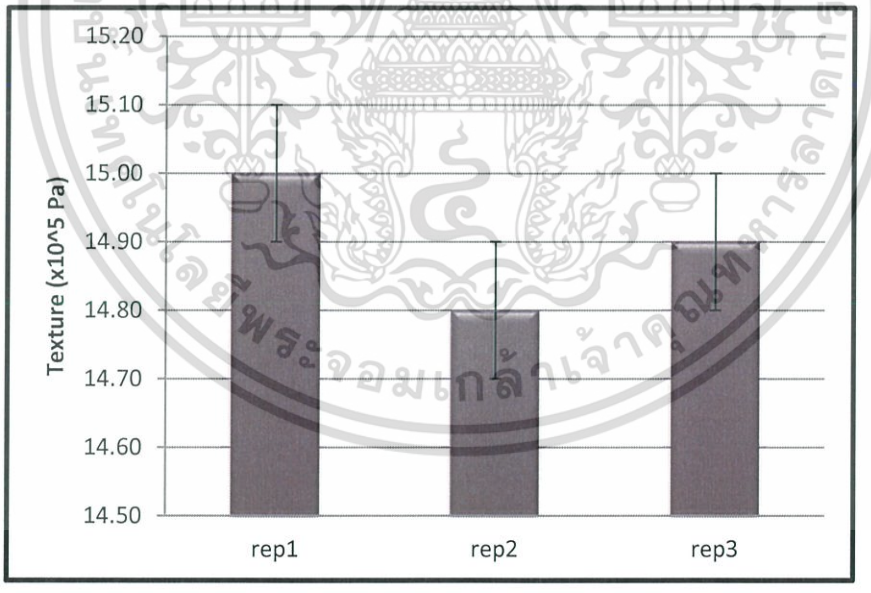


ภาพที่ 4.17 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5 % (อบที่ 50 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



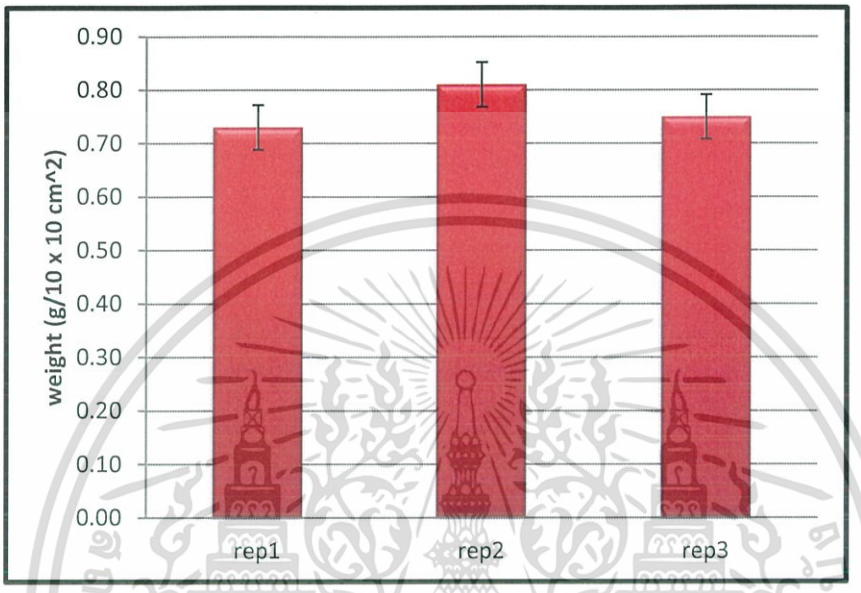
ภาพที่ 4.18 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1 % (อบที่ 50 °C)



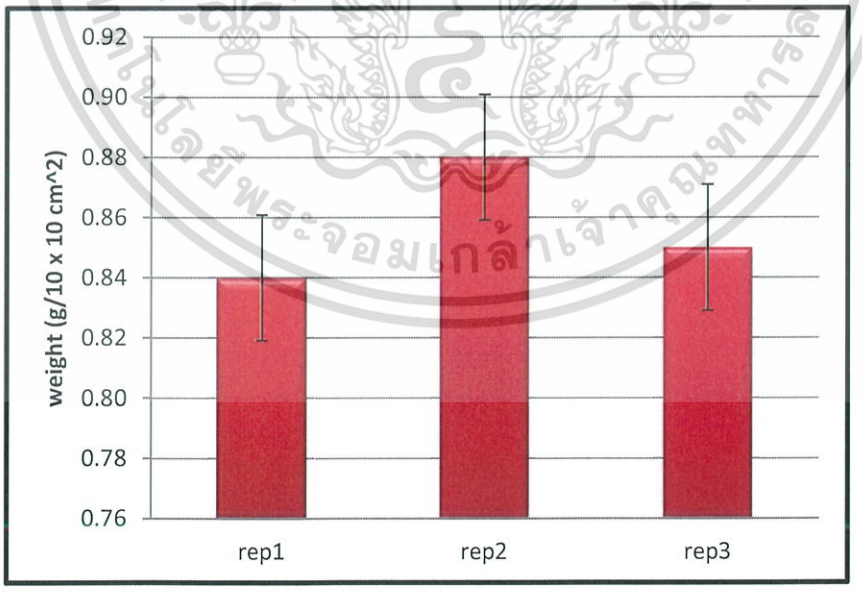
ภาพที่ 4.19 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5 % (อบที่ 50 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของเจลเมล็ดแมงลักที่เติม glycerol ลงในเจลเมล็ดแมงลักในปริมาณ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 % ของน้ำหนักทั้งหมด และอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

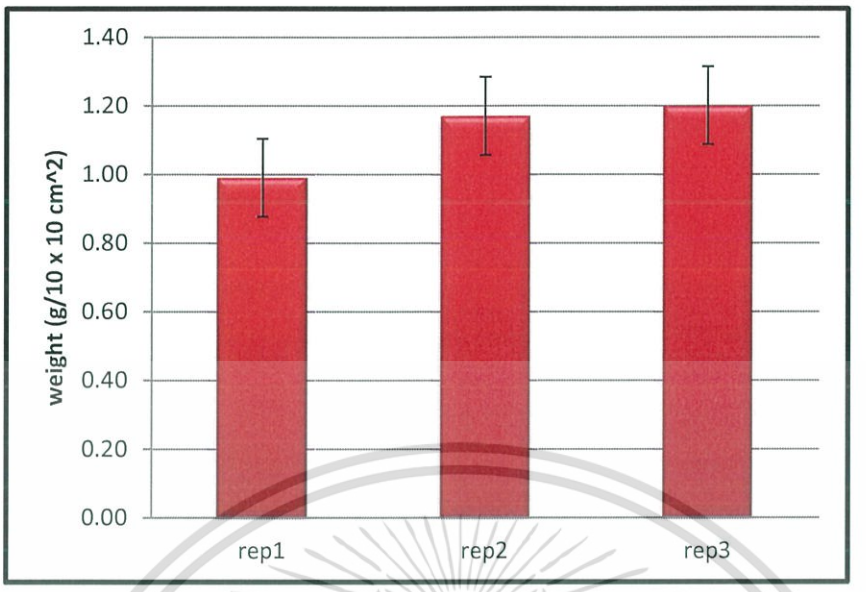


ภาพที่ 4.20 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 50 °C)

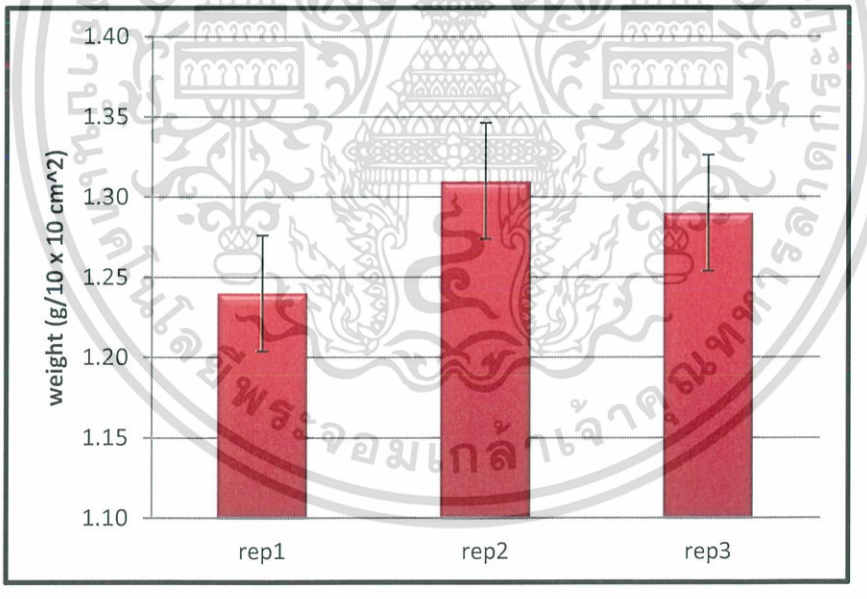


ภาพที่ 4.21 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5 % (อบที่ 50 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



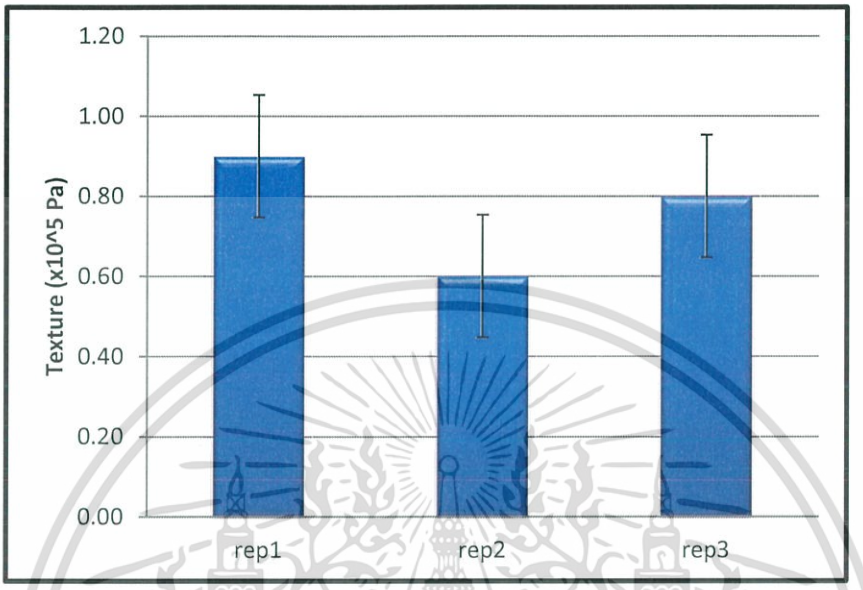
ภาพที่ 4.22 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1 % (อบที่ 50 °C)



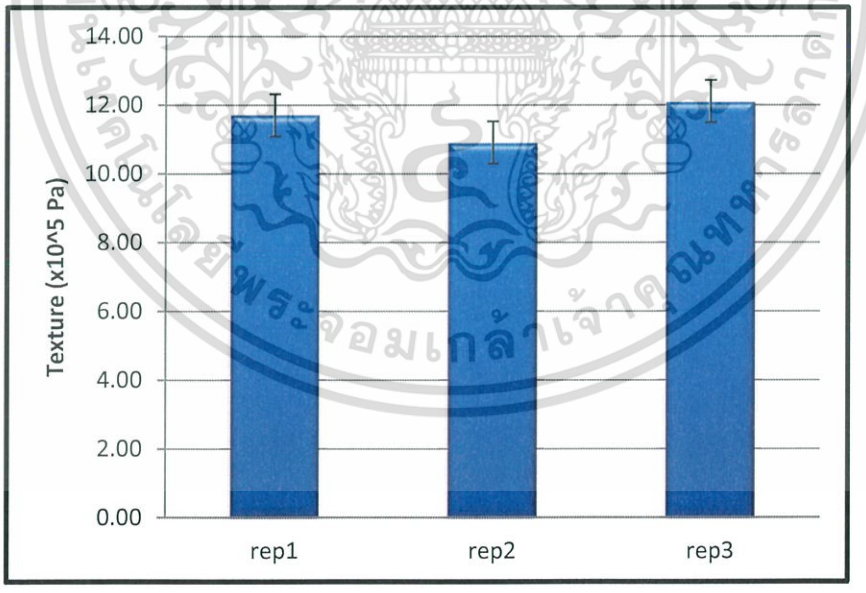
ภาพที่ 4.23 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5 % (อบที่ 50 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดสอบ Texture ของเจลเมล็ดแมงลักที่เติม glycerol ลงในเจลเมล็ดแมงลักในปริมาณ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 % ของน้ำหนักทั้งหมด และอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

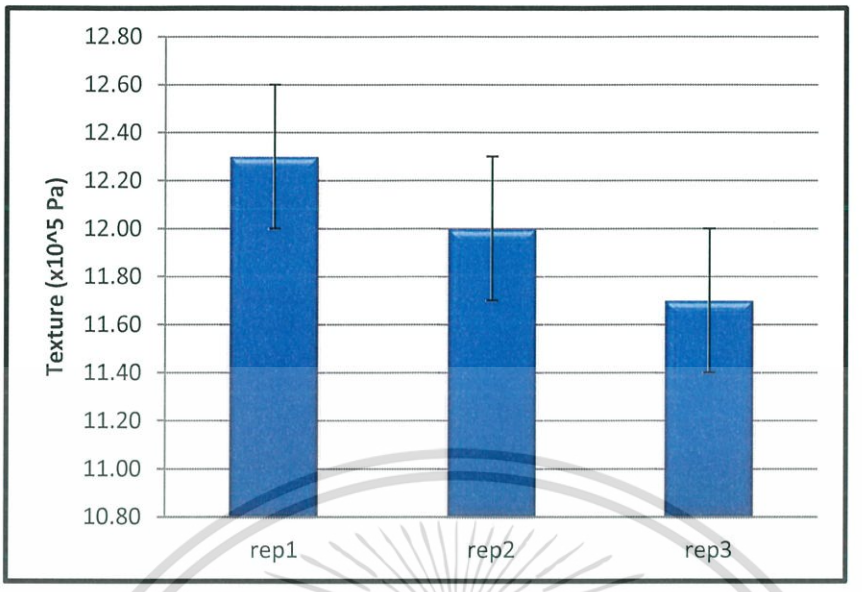


ภาพที่ 4.24 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 80 °C)

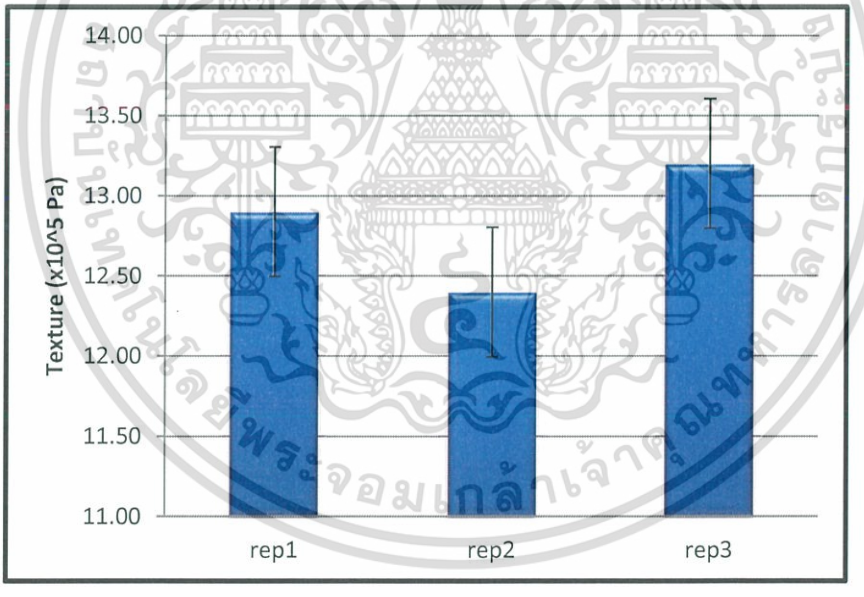


ภาพที่ 4.25 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5 % (อบที่ 80 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



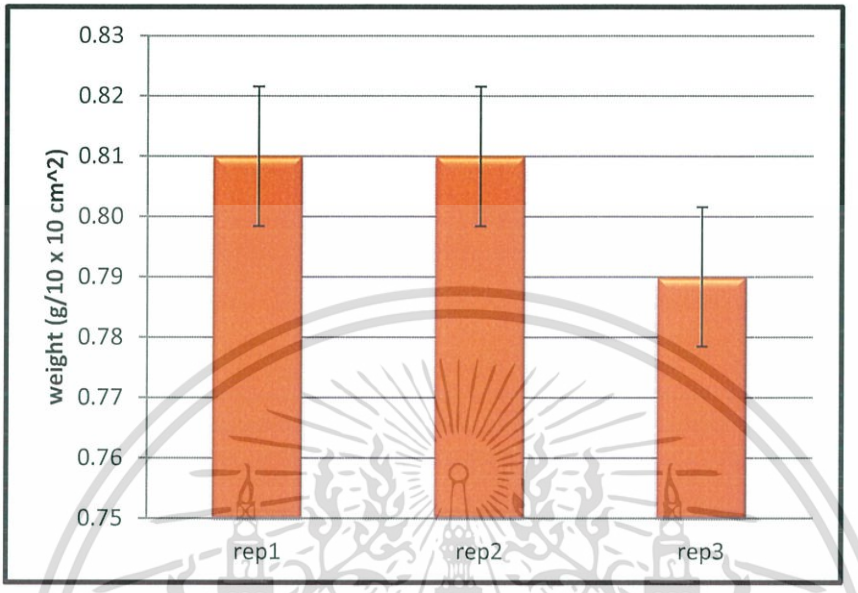
ภาพที่ 4.26 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1 % (อบที่ 80 °C)



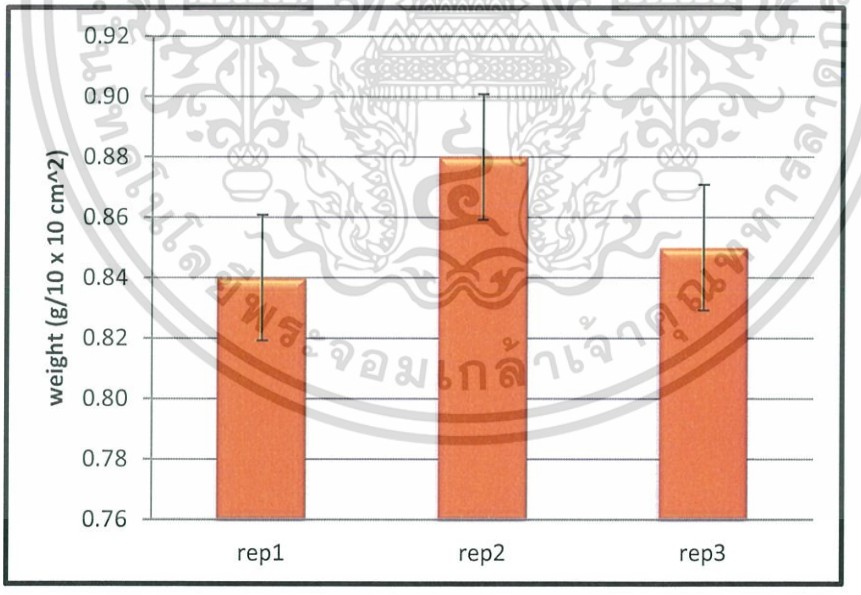
ภาพที่ 4.27 ผลการทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5 % (อบที่ 80 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของเจลเมล็ดแมงลักที่เติม glycerol ลงในเจลเมล็ดแมงลักในปริมาณ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 % ของน้ำหนักทั้งหมด และอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

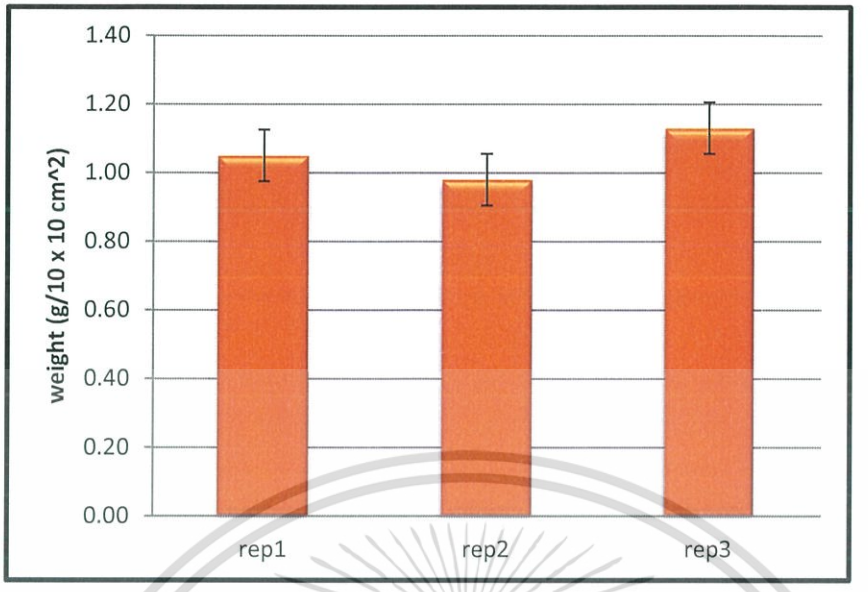


ภาพที่ 4.28 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล (อบที่ 80 °C)

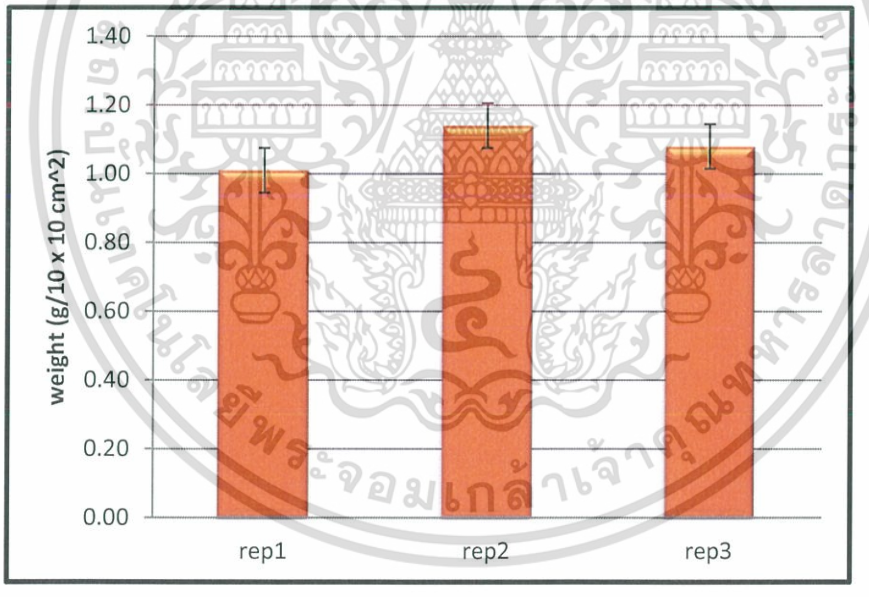


ภาพที่ 4.29 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5 % (อบที่ 80 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.30 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1 % (อบที่ 80 °C)



ภาพที่ 4.31 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5 % (อบที่ 80 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลของการวัด Texture และน้ำหนักต่อขนาดของแผ่นฟิล์ม 10 x 10 cm^2 ที่สภาวะการอบแผ่นฟิล์ม 50 และ 80 องศาเซลเซียส โดยเติม glycerol ที่ 0.5, 1.0 และ 1.5 % ตามลำดับ

Texture		
Treatment	50 °C	80 °C
0% glycerol	1.533±0.305[a]	0.766±0.153[a]
0.5% glycerol	13.567±1.304[b]	11.567±0.611[b]
1.0% glycerol	14.667±0.351[bc]	12.000±0.300[b]
1.5% glycerol	14.900±0.100[c]	12.833±0.404[c]

หมายเหตุ: [a-c] คือตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Weight		
Treatment	50 °C	80 °C
0% glycerol	0.763±0.042[a]	0.803±0.012[a]
0.5% glycerol	0.856±0.021[a]	0.856±0.021[a]
1.0% glycerol	1.120±0.113[b]	1.053±0.075[b]
1.5% glycerol	1.280±0.036[c]	1.076±0.065[b]

หมายเหตุ: [a-c] คือตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาการทดสอบห่อผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาผลของการทดสอบห่อผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบห่อกับกล้วยตาก แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 2 อาทิตย์ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงโดย ทำการตรวจในวันที่ 0 1 3 5 7 10 และ 14 วัน โดยใช้แผ่นฟิล์มเมล็ดแมงลักที่สภาวะการอบแห้งที่ดีที่สุดจากการทดลอง 3.3.4 มาทดสอบ

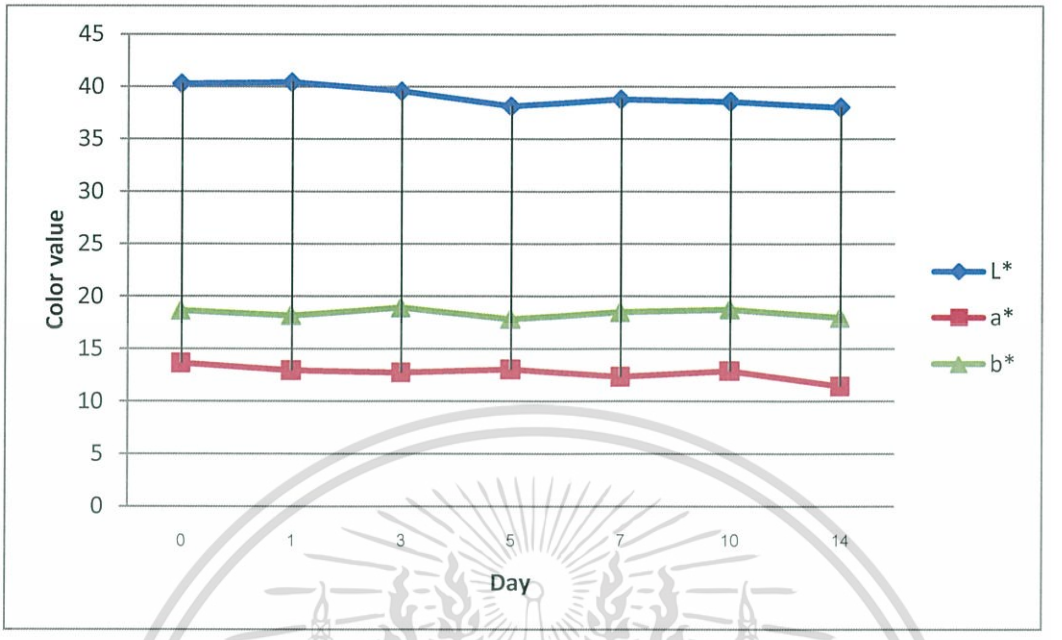
เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าสี เทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ห่อกับไม่ได้ห่อ สังเกตลักษณะปรากฏอื่นๆ ที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ห่อมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าสีที่มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ห่อด้วยแผ่นฟิล์มของเจลเมล็ดแมงลักที่อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และเติมกลีเซอรอลที่ 0.5 % ซึ่งได้แสดงผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีเปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ห่อแผ่นฟิล์มกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ห่อ

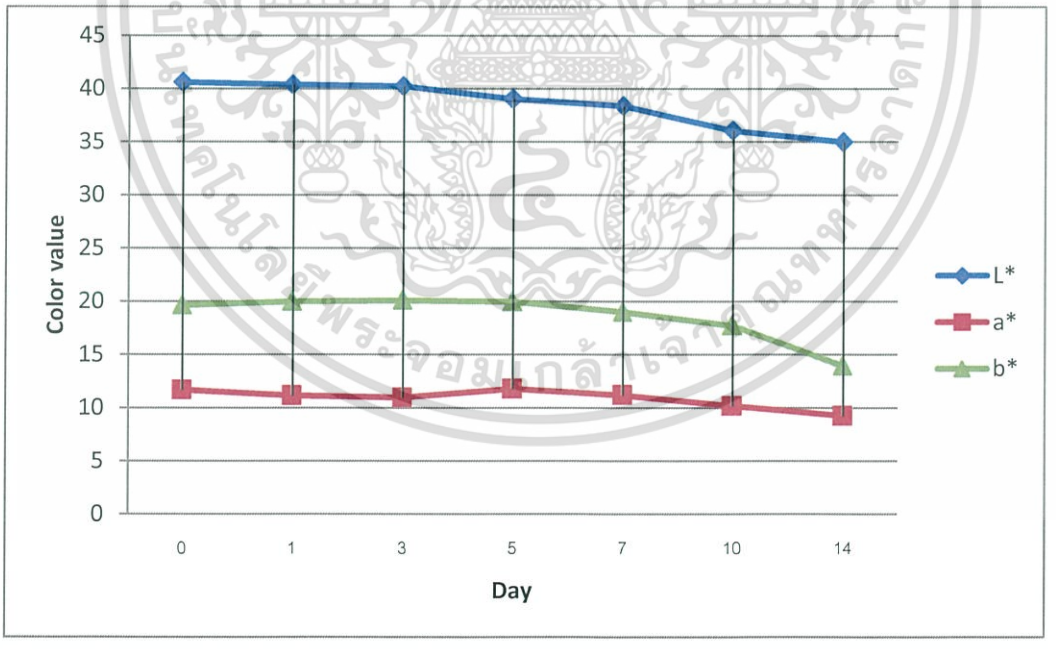
ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ห่อแผ่นฟิล์มกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ห่อ

วันที่	ห่อแผ่นฟิล์ม			ไม่ได้ห่อแผ่นฟิล์ม		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	40.3	13.64	18.66	40.6	11.66	19.62
1	40.43	12.96	18.2	40.37	11.12	19.98
3	39.58	12.74	18.95	40.22	10.94	20.08
5	38.14	13.05	17.84	39.02	11.76	19.95
7	38.78	12.34	18.5	38.36	11.19	18.99
10	38.59	12.88	18.77	36.03	10.16	17.71
14	38.03	11.43	17.98	34.98	9.23	13.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ที่ห่อแผ่นฟิล์ม



ภาพที่ 4.33 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ห่อแผ่นฟิล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของปริมาณที่ได้จากการสกัดเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH แตกต่างกัน โดยศึกษาต่างกัน 3 ระดับ คือที่ pH 3 7 และ 11 เพื่อหาสภาวะ pH ที่ดีที่สุดที่ทำให้เจลออกมาได้มากที่สุด มี % yield มาก มี % Loss น้อย และมีสีที่พึงประสงค์ ทำให้ทราบว่าที่ pH ต่าง ๆ สามารถส่งผลต่อปริมาณการสกัดเจลของเมล็ดแมงลัก เวลาและขนาดในการพองตัวของเมล็ดแมงลัก และส่งผลต่อสีของเจล ลักษณะทางกายภาพ ผลปรากฏว่าที่ pH 7 มีลักษณะที่พึงประสงค์ ในด้านกายภาพ และปริมาณมากที่สุด

การศึกษาผลของกระบวนการอบแห้งเพื่อทำแผ่นฟิล์มของเจลเมล็ดแมงลักที่สกัดได้ในสภาวะที่ดีที่สุด คือที่ pH 7 โดยเติม glycerol เหตุที่ต้องเติมกลีเซอรอลเพราะเมื่อทดลองอบโดยไม่เติม glycerol ผลของแผ่นฟิล์มที่ได้มีลักษณะแห้งกรอบเกินที่จะห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ได้จึงจำเป็นต้องเลือกสารที่เพิ่มความเป็นไขเข้าไปเพื่อไม่ให้แผ่นฟิล์มแห้งเกิน glycerol ที่รับประทานได้จึงเป็นตัวเลือกในการใช้ที่เหมาะสม เมื่อทดลองเติมลงในเจลเมล็ดแมงลักในปริมาณ 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 1.5 % ของน้ำหนักทั้งหมด และอบที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 50 กับ 80 องศาเซลเซียส เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้แผ่นฟิล์มมีคุณภาพ จากนั้นนำมาทดสอบคุณภาพ ความเหนียว ความยืดหยุ่น ทดสอบ Texture ของแผ่นฟิล์ม ทดสอบน้ำหนักต่อแผ่นฟิล์ม 10 x 10 cm^2 ผลปรากฏว่าที่การอบ 50 องศาเซลเซียส เติมกลีเซอรอล 0.5 % ของน้ำหนักทั้งหมดมีค่าดีที่สุด เพราะเมื่อทดสอบมีค่า Texture ที่มีความเหนียว ยืดหยุ่นสูง และน้ำหนักต่อแผ่นมีขนาดเบาเหมาะสำหรับเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ รวมทั้งลักษณะปรากฏมีลักษณะที่ดีที่สุด

จากการศึกษาผลของการทดสอบห่อผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบห่อกับกล้วยตาก แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 2 อาทิตย์ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าสี เทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ห่อกับไม่ได้ห่อ ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ห่อมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าสีที่มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ห่อด้วยแผ่นฟิล์มของเจลเมล็ดแมงลักที่อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และเติมกลีเซอรอลที่ 0.5 % ของน้ำหนักทั้งหมด ซึ่งเมื่อทดสอบกับผลิตภัณฑ์กล้วยตาก สามารถรับประทานได้เลย แต่อาจจะมีกลิ่นของเมล็ดแมงลักรบกวนอยู่เล็กน้อยจึงต้องควรพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. 2540. การศึกษาฟิล์มที่รับประทานได้จากโปรตีนถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เพ็ญโฉม พจนธานี. 2554. ฟิล์มและการเคลือบบริโภคได้กับการประยุกต์ใช้กับอาหาร. วารสารการบรรจุภัณฑ์ 20 (1): 6-10.

Ayranci, E. and Tunc, S. 2001. The effect of fatty acid content on water vapour and carbon dioxide transmissions of cellulose-based edible. Food Chemistry. 72: 231-236.

Bertuzzi, M.A., Castro Vidaurre, E.F., Armada, M. and Gottifredi, J.C. 2006 . Water vapor permeability of edible starch based films. Journal of Food Engineering. 80: 972-978.

Bourtooma, T. and Chinnan, M.S. 2008. Preparation and properties of rice starche chitosan blend Biodegradable film. LWT - Food Science and Technology. 41: 1633-1641.

D. Zhou, M. Ponder, J. Barney, G. WelbaumThe production and function of mucilage by sweet basil (Ocimum basilicum L.) seeds Virginia Tech, 515 (2012)

J. Azoma, M. SakamotoCellulosic hydrocolloid system present in seed of plants Trends Glycosci Glyc, 15 (2003), pp. 1-14

M.P. Salgado-Cruza, G. Calderon-Domingueza, J. Chanona-Pereza, R.R. Farrera Rebolloa, J.V. Mendez-Mendezb, M. Diaz-RamirezaChia (Salvia hispanica L.) seed mucilage release characterization. A microstructural and image analysis study Ind Crops Prod, 51 (2013), pp. 453-462

R. Ahmadi, A. Kalbasi-Ashtari, A. Oromiehie, M-S. Yarmand, F. JahandidehDevelopment and characterization of a novel biodegradable edible film obtained from psyllium seed (Plantago ovata Forsk) Journal of Food Engineering, 109 (2012), pp. 745-751

S. Kokoszka, F. Debeaufort, A. Hambleton, A. Lenart, A. VoilleyProtein and glycerol contents affect physico-chemical properties of soy protein isolate-based edible films Innovative Food Science & Emerging Technologies, 11 (2010), pp. 503-510

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yoshida, C.M.P. and Antunes, A.J. 2004. Characterization of whey protein emulsion films. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2: 261–264.

Zahedi, Y., Ghanbarzadeh, B. and Sedaghat, N. 2010. Physical properties of edible emulsified films based on pistachio globulin protein and fatty acids. Journal of Food Engineering. 100:102–108.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการศึกษาการสกัดเจลจากเมล็ดแมงลักที่ pH แตกต่างกัน

ก.1 การวิเคราะห์ % Yield ของเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH 3, 7 และ 11

ตารางที่ ก.1 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ % Yield ที่ pH 3, 7 และ 11

Descriptives

yield

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
pH3	3	85.4900	2.91974	1.68571	78.2370	92.7430	82.36	88.14
pH7	3	94.1567	1.30416	.75296	90.9170	97.3964	93.19	95.64
pH11	3	82.3723	4.15952	2.40150	72.0395	92.7052	79.03	87.03
Total	9	87.3397	5.90293	1.96764	82.8023	91.8771	79.03	95.64

ANOVA

yield

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	223.701	2	111.851	12.190	.008
Within Groups	55.055	6	9.176		
Total	278.756	8			

Yield

Duncan[a]

trt	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
pH11	3	82.3723	
pH3	3	85.4900	
pH7	3		94.1567
Sig.		.254	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. 2 การวิเคราะห์ % Loss ของเจลเมล็ดแมงลักที่สภาวะ pH 3, 7 และ 11

ตารางที่ ก.2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ % Loss ที่ pH 3, 7 และ 11

Descriptives

loss

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
pH3	3	14.5100	2.91974	1.68571	7.2570	21.7630	11.86	17.64
pH7	3	5.8433	1.30416	.75296	2.6036	9.0830	4.36	6.81
pH11	3	17.6267	4.15856	2.40150	7.2962	27.9571	12.97	20.97
Total	9	12.6600	5.90244	1.96764	8.1230	17.1970	4.36	20.97

ANOVA

loss

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	223.771	2	111.886	12.191	.008
Within Groups	55.065	6	9.178		
Total	278.836	8			

Loss

Duncan[a]

trt	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
pH7	3	5.8433	
pH3	3		14.5100
pH11	3		17.6300
Sig.		1.000	.254

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แผ่นฟิล์มที่บริโภคได้

ข.1 แผ่นฟิล์มที่บริโภคได้จากการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

ภาพที่ ข.1 แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล

ภาพที่ ข.2 แผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข.3 แผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1 %

ภาพที่ ข.4 แผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5 %

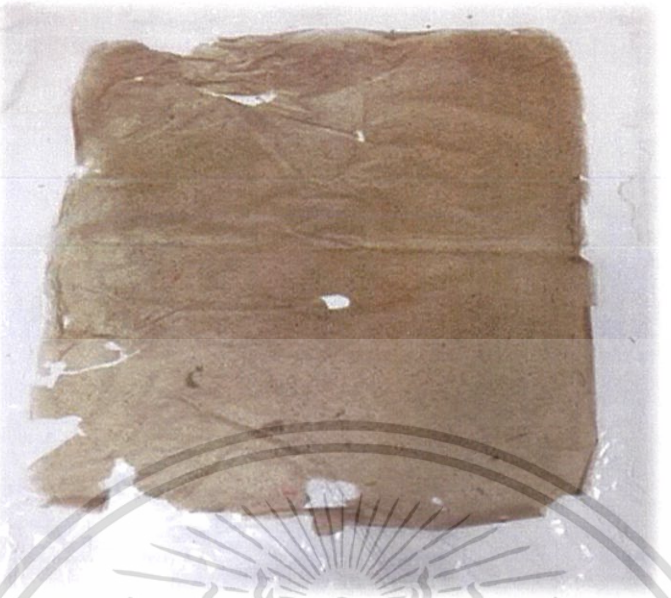
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 แผ่นฟิล์มที่บริโภคได้จากการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ภาพที่ ข.5 แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้เติมกลีเซอรอล

ภาพที่ ข.6 แผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 0.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.7 แผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1 %

ภาพที่ ข.8 แผ่นฟิล์มที่เติมกลีเซอรอล 1.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ค.1 เครื่องที่ใช้ชั่งสารเคมี

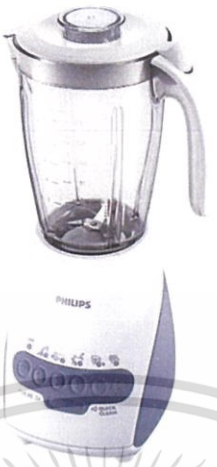
ภาพภาคผนวก ค.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง

ค.2 เครื่องที่ใช้ชั่งวัตถุดิบและตัวอย่าง

ภาพภาคผนวก ค.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.3 เครื่องปั่น



ภาพภาคผนวก ค.3 เครื่องปั่น

ค.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส

ภาพภาคผนวก ค.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.5 เครื่องวัดสี

ภาพภาคผนวก ค.5 เครื่องวัดสี

ค.6 เครื่องที่ใช้อบตัวอย่าง

ภาพภาคผนวก ค.6 เครื่องอบลมร้อน

ค.7 เครื่องวัดความแข็งของตัวอย่าง

ภาพภาคผนวก ค.7 เครื่องวัดความแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.8 เครื่องที่ใช้ดูดอากาศ

ภาพภาคผนวก ค.8 Vacuum pump

ค.9 เครื่องที่ใช้ให้ความร้อน

ภาพภาคผนวก ค.9 Hotplate magnetic stirrer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุพัตรา จันทร์สุภา
วัน เดือน ปี เกิด	5 เมษายน 2540
ประวัติการศึกษา	- โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) ๔
	- วท.บ. สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ประสบการณ์การทำงาน	- ฝึกงานระยะเวลา 2 เดือนที่ บริษัท วันไทยอุตสาหกรรมการอาหาร จำกัด
ชื่อ-นามสกุล	นายอิษวัต รอดอยู่
วัน เดือน ปี เกิด	12 มิถุนายน 2539
ประวัติการศึกษา	- โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า
	- วท.บ. สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ประสบการณ์การทำงาน	- ฝึกงานระยะเวลา 2 เดือนที่ บริษัท NSL Foods จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้