ปกติ

ผงเมือกเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims.) และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

นางสาวศศิธร เรืองจักรเพ็ชร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1330-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ocimum canum Sims. SEED MUCILAGE POWDER AND ITS APPLICATION IN FOOD PRODUCTS

Miss Sasidhorn Ruangchakrpet

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2001

ISBN 974-03-1330-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผงเมือกเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims.) และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร
โดย	นางสาว ศศิธร เรืองจักรเพ็ชร
ภาควิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... รองคณบดีฝ่ายบริหาร
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ การเที่ยง) รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศศิธร เรืองจักรเพ็ชร : ผงเมือกเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims.) และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร (*Ocimum canum* Sims. SEED MUCILAGE POWDER AND ITS APPLICATIONS IN FOOD PRODUCTS) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง, 121 หน้า. ISBN 974-03-1330-2.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะกระบวนการผลิตและคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ของผงเมือกเมล็ดแมงลัก เมื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการแยกสารเมือกโดยแบ่งเป็นการแยกแบบแห้งและการแยกแบบเปียก โดยการแยกแบบแห้งจะแปรอุณหภูมิในการแช่เมล็ดแมงลักและเมล็ดแมงลักบดเป็น 30 60 และ 90 องศาเซลเซียส และเวลาเป็น 1 3 และ 6 ชม. พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการแช่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ต่อค่าร้อยละของผลผลิต และค่าความสว่างของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่สกัดจากเมล็ดแมงลักและเมล็ดแมงลักบด ส่วนในการแยกแบบเปียก แปรอุณหภูมิในการแช่ผลิตภัณฑ์เป็น 30 และ 60 องศาเซลเซียส เวลาแช่เป็น 1 3 และ 6 ชม. เวลาในการปั่นแยกเมือก 1 5 และ 10 นาที พบว่าเมื่อเวลาในการปั่นแยกเมือกเพิ่มขึ้นค่าร้อยละของผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง ได้ภาวะที่เหมาะสมในการแยกเมือกเมล็ดแมงลัก คือ การแยกแบบเปียก อุณหภูมิในการแช่ 60 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 1 ชม. เวลาในการปั่นแยกเมือก 10 นาที ได้ค่าร้อยละของผลผลิต เท่ากับ 16 แต่ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้มีค่าความสว่างต่ำ จึงศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการฟอกสีเมือกเมล็ดแมงลักด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในสภาวะด่าง โดยแปรปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นร้อยละ 0.1 0.3 0.5 0.7 1.0 และ 2.0 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ของปริมาณเมือก และเวลาในการทำปฏิกิริยา 1 2 และ 3 ชม. ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 9.0 และ 11.5 ได้ภาวะที่เหมาะสมในการฟอกสีเป็นปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 2.0 เวลาในการทำปฏิกิริยา 3 ชม. ที่ความเป็นกรดด่าง 9.0 และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด คือ 50 องศาเซลเซียส ได้ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่มีสีขาว มีค่าความสามารถในการดูดซับน้ำสูง และปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 84.37 โดยมีปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยกว่าร้อยละ 1 เมื่อแบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ แบบหยาบ (150-250 ไมครอน) และแบบละเอียด (<150 ไมครอน) นำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพกับ กัวกัม โลคัสบีนกัม และแซนแทนกัม พบว่า ผงเมือกเมล็ดแมงลักทั้ง 2 แบบ มีลักษณะอนุภาคเป็นแผ่น พื้นผิวขรุขระ โดยแบบหยาบมีค่าความสว่างและการดูดซับน้ำมันต่ำกว่าแบบละเอียด แต่มีความหนืด และความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันสูงกว่า โดยทั้ง 2 แบบมีลักษณะการไหลแบบ Newtonian ที่ความเข้มข้นต่ำ และแบบ pseudoplastic ที่ความเข้มข้นสูงคล้ายกับ กัวกัมและแซนแทนกัม การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลและค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายกัมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืด แต่ความหนืดของสารละลายจะลดลงเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ อัตราการเฉือน และความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ อีกทั้งยังมีแนวโน้มการเสริมฤทธิ์กันเมื่อใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด ร่วมกับกัวกัม และแซนแทนกัมในอัตราส่วนที่เหมาะสม และเมื่อเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบลงในผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำทดแทนส่วนไข่แดง ในปริมาณร้อยละ 0.3-1.0 (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบว่า มายองเนสที่ได้มีความหนืดต่ำกว่ามายองเนสต้นแบบมาก แต่มีความคงตัวดี คือ เมื่อเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ปริมาณร้อยละ 0.7-1.0 (น้ำหนักต่อปริมาตร) จะไม่พบการแยกชั้นของอิมัลชันภายในระยะเวลา 2 เดือน

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต ศศิธร เรืองจักรเพ็ชร

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ปราณี

ปีการศึกษา 2544

4173823423 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : *Ocimum canum* Sims. / seed mucilage / seed gum

SASIDHORN RUANGCHAKRPET : *Ocimum canum* Sims. SEED MUCILAGE POWDER AND ITS APPLICATIONS IN FOOD PRODUCTS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRANEE ANPRUNG, 121 pp. ISBN 974-03-1330-2.

The objectives of this research were to study the optimum conditions for production and to characterize the chemical and physical properties of *Ocimum canum* Sims. seed mucilage powder. The optimum condition for separating the mucilage were studied by using dry separation and wet separation. In dry separation, the soaking temperature(30, 60 and 90°C) and soaking time (1, 2 and 3 hrs.) of ocimum seed and grinded seed were significantly effected ($p \leq 0.05$) on %yield and lightness value(L) of the mucilage powder. In wet separation, the soaking temperature were 30 and 60°C , soaking time were 1, 3 and 6 hrs. and separation time were 1, 5 and 10 min. It was found that %yield was significantly increased and the L-value was significantly decreased ($p \leq 0.05$) as the increase of separation time was increased. The optimum condition for separating the mucilage can give 16.04 %yield by using wet separation process under water soaking temperature of 60°C for 1 hr. and 10 min. separation time. Then the mucilage with low L-value was bleached by Alkaline Hydrogen Peroxide (AHP) method using 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0 and 2.0%(w/v) H_2O_2 at pH 9.0 and 11.5 for 1, 2 and 3 hrs. The optimum condition was 2.0%(w/v) H_2O_2 at pH 9.0 for 3 hrs. The optimum temperature for drying in tray dryer was 50°C. Under such condition, the obtained mucilage powder shows good rating for white colour, water absorptability with 84.37% of total dietary fiber and less than 1% of protein and fat content. The physical characteristics of the produced mucilage powder were studied by divided in two types, (1)coarse powder of ocimum gum(COG,150-250μm) and (2)fine powder(FOG, <150μm). The results were compared to three gums: guar gum(GG), locust bean gum(LBG) and xanthan gum(XG). It was found that the COG type showed lower L-value and worse oil absorptability than the FOG type, but higher in viscosity and emulsion capacity. Moreover, the ocimum powder solution had Newtonian flow behavior at low concentration and pseudoplastic flow at high concentration (>0.5% w/v) which was similar to that of GG and XG solution. The change in sucrose concentration and pH had no effect on viscosity of all gum solutions but its viscosity was decreased throughout the increase of temperature, shear rate and NaCl concentration which was the same as that of GG solution. The COG and FOG type had synergistic effect with GG and XG. When the COG type was added in low-fat mayonnaise to replace the egg yolks at 0.3, 0.5, 0.7 and 1.0% concentrations, the added mayonnaise had lower viscosity than the commercially available low-fat mayonnaise. Addition of the COG type at 0.7-1.0% concentrations was not found the separation of the mayonnaise emulsion within 2 months.

Department Food Technology Student 's signature ศศิธร เรืองจักรเภร

Field of study Food Technology Advisor 's signature Pranee A

Academic year 2001

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทาง และให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และที่อาจารย์คอยดูแลเสมอมาในช่วงที่ข้าพเจ้าเข้ามาศึกษาในหลักสูตรปริญญาเอกที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล และอาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ สเปเชี่ยลตี้ส์ ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์กัวกัม โลคัสบีนกัม และแซนแทนกัม เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนบางส่วนในการวิจัย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ สำหรับความสนุกสนาน กำลังใจ และข้อแนะนำที่มีประโยชน์แก่งานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ-คุณแม่ ที่ให้โอกาสในการศึกษาต่อในระดับปริญญาโท และให้กำลังใจและการสนับสนุนทางด้านต่างๆ เสมอมา จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยเฉพาะคุณพ่อที่คอยรับ-ส่งข้าพเจ้ามาเรียนและทำงานวิจัยที่จุฬาฯ ตลอด 4 ปีที่ผ่านมาอย่างไม่รู้เหน็ดเหนื่อย

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณนินาท สาราจิตต์ กับกำลังใจที่มีให้ และที่สละเวลาพาไปพักผ่อนตามสถานที่ต่างๆ ตลอดระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมาอย่างสม่ำเสมอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ซ

สารบัญภาพ.....ญ

บทที่

1 บทนำ.....1

2 วารสารปริทัศน์.....2

3 การทดลอง.....24

4 ผลการทดลอง.....38

5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....76

6 สรุปผลการทดลอง.....87

ข้อเสนอแนะ.....89

รายการอ้างอิง.....90

ภาคผนวก.....95

ภาคผนวก ก 96

ภาคผนวก ข 103

ภาคผนวก ค 109

ภาคผนวก ง 115

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....121

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบ Galactomannan และคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของกัวกัม ทารากัม และโลคัสบีนกัม 19

4.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดแมงลัก.....38

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักและเมือกเมล็ดแมงลักอบแห้ง.....39

4.3 ร้อยละของผลผลิตและสีของผงเมือกเมล็ดแมงลักจากการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบแห้ง.....41

4.4 ร้อยละของผลผลิตและสีของผงเมือกเมล็ดแมงลักจากการแยกเมือกเมล็ดแมงลักบดแบบแห้ง.....41

4.5 ค่าการเกิดสารสีน้ำตาล (Browning Absorbance Value) ของน้ำที่เหลือจากการแช่เมล็ดแมงลักในขั้นตอนการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบแห้งทั้งแบบที่ผ่านการบดและไม่ผ่านการบด.....43

4.6 ร้อยละของผลผลิตและสีของผงเมือกเมล็ดแมงลักจากการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบเปียก.....44

4.7 ค่าความสว่าง (L) และปริมาณเกลือของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ภาวะการฟอกสีด้วยวิธี AHP.....46

4.8 ค่าสี (L,a*,b*) และค่าการดูดซับน้ำ (water absorption) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่อุณหภูมิตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) 50-70°C.....49

4.9 องค์ประกอบทางเคมีและค่า A_w ของผงเมือกเมล็ดแมงลักและกากที่เหลือจากการแยกเมือกเมล็ดแมงลัก.....50

4.10 ค่าสี (L,a*,b*) ของ COG , FOG เปรียบเทียบกับ GG, LBG และ XG.....54

4.11 ความสามารถในการอุ้มน้ำของผงเมือกเมล็ดแมงลักและกัมชนิดต่างๆ.....54

4.12 ระยะเวลาที่มายองเนสไขมันต่ำที่เติมผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนไข่แดงเกิดการแยกชั้นหลังการผลิต.....75

ง.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย %yield ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบแห้งด้วยเมล็ดแมงลัก.....115

ง.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L,a,b-value) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการแยกเมือกแบบแห้งด้วยเมล็ดแมงลัก.....115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย %yield ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบแห้งด้วยเมล็ดแมงลักบด.....115

ง.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L,a,b-value) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการแยกเมือกแบบแห้งด้วยเมล็ดแมงลัก.....116

ง.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย %yield ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบเปียก.....116

ง.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L,a,b-value) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการแยกเมือกแบบเปียก.....117

ง.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยร้อยละของผลผลิตและค่าความสว่าง (L-value) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการแยกเมือกโดยวิธีแบบแห้งจากเมล็ดแมงลัก , แยกแบบแห้งจากเมล็ดแมงลักบด และแยกแบบเปียก.....117

ง.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L,a,b-value) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการฟอกสีโดยวิธี Alkaline Hydrogen Peroxide (AHP).....118

ง.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการฟอกสีโดยวิธี Alkaline Hydrogen Peroxide (AHP).....118

ง.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L,a,b-value) และค่าการดูดซับน้ำ (water absorption) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer).....119

ง.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความสามารถในการดูดซับน้ำมัน (Oil Absorption) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักเปรียบเทียบกับกัวกัม โลคัสบีนกัม และแซนแทนกัม.....119

ง.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน (Emulsion Capacity) ของผงเมือกเมล็ดแมงลักเปรียบเทียบกับกัวกัม โลคัสบีนกัม และแซนแทนกัม.....120

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.1 ต้นแมงลัก.....2

2.2 เมล็ดแมงลัก..... 3

2.3 เมล็ดแมงลักที่พองตัวเมื่อแช่น้ำ.....5

2.4 โครงสร้าง L-arabinan ของสารเมือกจากเมล็ดมัสตาร์ด.....7

2.5 โครงสร้าง D-galactan ของสารเมือกจากเมล็ด *Lupinus albus*.....7

2.6 โครงสร้าง D-galacturonan ของสารเมือกจากเมล็ดทานตะวัน..... 7

2.7 โครงสร้างของ Galactomannan จากเมล็ดกัว.....8

2.8 โครงสร้าง Glucomannan จากเมล็ดไอริช.....8

2.9 โครงสร้าง Arabinogalactan จากเมล็ด capsicum.....8

2.10 โครงสร้างสายพอลิแซคคาไรด์ที่มีความซับซ้อนสูง.....9

2.11 โครงสร้างสายพอลิแซคคาไรด์แบบที่มีความซับซ้อนสูงของสารเมือกจากเมล็ด Cress.....9

2.12 โครงสร้างสายพอลิแซคคาไรด์แบบคล้ายต้นไม้ของ mesquite gum.....10

2.13 กรรมวิธีการผลิตกัวกัม..... 12

2.14 กรรมวิธีการผลิตโลคัสบีนกัม.....13

2.15 กรรมวิธีการแยกเมือกเมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims.) 16

3.1 ขั้นตอนการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบแห้งจากเมล็ดแมงลักและเมล็ดแมงลักบด.....29

3.2 ขั้นตอนการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบเปียก 30

4.1 ผงเมือกเมล็ดแมงลักจากการแยกแบบแห้งโดยใช้เมล็ดแมงลัก.....40

4.2 ผงเมือกเมล็ดแมงลักจากการแยกแบบแห้งโดยใช้เมล็ดแมงลักบด.....40

4.3 เปรียบเทียบภาวะการแยกเมือกเมล็ดแมงลักต่อร้อยละการผลิตและความสว่าง ของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้.....45

4.4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า L ของผงเมือกเมล็ดแมงลักเมื่อฟอกสีด้วยวิธี AHP ที่ pH 11.5 และ 9.0.....47

4.5 ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ผ่านการฟอกสี (Bleached) ด้วยวิธี AHP ที่ pH 11.5 และ และ pH 9.0 เปรียบเทียบกับเมื่อไม่ฟอกสี (Unbleached).....48

4.6 ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากการอบในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิต่างๆ.....48

4.7 ลักษณะอนุภาคของ COG 51

4.8 ลักษณะอนุภาคของ FOG 51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4.9 ลักษณะอนุภาคของ GG 51

4.10 ลักษณะอนุภาคของ LBG.....51

4.11 ลักษณะอนุภาคของ XG.....51

4.12 ลักษณะพื้นผิวของ COG.....52

4.13 ลักษณะพื้นผิวของ FOG.....52

4.14 ลักษณะพื้นผิวของ GG.....52

4.15 ลักษณะพื้นผิวของ LBG.....52

4.16 ลักษณะพื้นผิวของ XG.....52

4.17 ลักษณะสีที่แตกต่างกันของผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียดกับ
กัวกัม โลคัสบีนกัม และแซนแทนกัม..... 53

4.18 ความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักและสารละลายกัมชนิดต่างๆ.....55

4.19 ลักษณะการไหลของสารละลาย COG.....56

4.20 ลักษณะการไหลของสารละลาย FOG.....57

4.21 ลักษณะการไหลของสารละลาย GG.....57

4.22 ลักษณะการไหลของสารละลาย LBG.....58

4.23 ลักษณะการไหลของสารละลาย XG.....58

4.24 ค่าการดูดซับน้ำมันของผงเมือกเมล็ดแมงลักเทียบกับกัมชนิดต่างๆ.....59

4.25 ค่าความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันของผงเมือกเมล็ดแมงลักเทียบกับกัม
ชนิดต่างๆ 60

4.26 ผลของอัตราการเฉือนต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักเทียบกับ
สารละลายกัมชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.5% (w/v).....61

4.27 ผลของอุณหภูมิต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักเทียบกับ
สารละลายกัมชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.5% (w/v).....62

4.28 ผลของปริมาณเกลือต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักเทียบกับ
สารละลายกัมชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.5% (w/v).....63

4.29 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย COG เมื่อไม่เติมเกลือ
(ซ้าย) และเติมเกลือ 0.5%(w/v) (ขวา).....64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4.30 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย FOG เมื่อไม่เติมเกลือ (ซ้าย) และเติมเกลือ 0.5%(w/v) (ขวา).....64
4.31 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย GG เมื่อไม่เติมเกลือ (ซ้าย) และเติมเกลือ 0.5%(w/v) (ขวา).....64
4.32 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย LBG เมื่อไม่เติมเกลือ (ซ้าย) และเติมเกลือ 0.5%(w/v) (ขวา).....65
4.33 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย XG เมื่อไม่เติมเกลือ (ซ้าย) และเติมเกลือ 0.5%(w/v) (ขวา).....65
4.34 ผลของปริมาณน้ำตาลต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักเทียบกับสารละลายกัมชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.5%(w/v) 66
4.35 ผลของความเป็นกรด-ด่างต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักเทียบกับสารละลายกัมชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.5%(w/v) 67
4.36 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย COG เมื่อไม่มีการปรับ pH (ซ้าย) และเมื่อสารละลายมี pH 5 (ขวา).....68
4.37 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย FOG เมื่อไม่มีการปรับ pH (ซ้าย) และเมื่อสารละลายมี pH 5 (ขวา).....68
4.38 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย GG เมื่อไม่มีการปรับ pH (ซ้าย) และเมื่อสารละลายมี pH 5 (ขวา).....68
4.39 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย LBG เมื่อไม่มีการปรับ pH (ซ้าย) และเมื่อสารละลายมี pH 5 (ขวา).....69
4.40 เปรียบเทียบลักษณะ microstructure ของสารละลาย XG เมื่อไม่มีการปรับ pH (ซ้าย) และเมื่อสารละลายมี pH 5 (ขวา).....69
4.41 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่าง COG กับ GG.....70
4.42 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่าง COG กับ LBG.....70
4.43 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่าง COG กับ XG.....71
4.44 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่าง FOG กับ GG.....72
4.45 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่าง FOG กับ LBG.....72
4.46 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารผสมระหว่าง FOG กับ XG.....73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4.47 มายองเนสไขมันต่ำที่เติมผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนไข่แดงในอัตราส่วนต่างๆ.....74

4.48 ความหนืดของมายองเนสไขมันต่ำที่เติมผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบ.....74

ค.1 ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ผ่านการฟอกสีโดยวิธี AHP เมื่อใช้ H_2O_2 0.1-2.0%(w/v) ที่ pH 11.5 และ pH 9.0 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง.....109

ค.2 ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ผ่านการฟอกสีโดยวิธี AHP เมื่อใช้ H_2O_2 0.1-2.0%(w/v) ที่ pH 11.5 และ pH 9.0 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง.....109

ค.3 ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ผ่านการฟอกสีโดยวิธี AHP เมื่อใช้ H_2O_2 0.1-2.0%(w/v) ที่ pH 11.5 และ pH 9.0 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง.....110

ค.4 ลักษณะของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด เปรียบเทียบกับสารละลายกัวกัม , โลคัสบีนกัม และแซนแทนกัม.....110

ค.5 เครื่องปั่นผสมอาหาร 111

ค.6 เครื่องบด.....111

ค.7 เครื่องบีบแยกด้วยแรงดันลม (Pneumatic Press).....112

ค.8 เครื่องร่อนแยกขนาด.....112

ค.9 เครื่องกวน (Mechanical agitator).....113

ค.10 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer).....113

ค.11 เครื่องวัดความหนืด Brookfield พร้อมชุดควบคุมอุณหภูมิ 114

ค.12 เครื่องวัดสี (Minolta CR-300 series).....114

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย