การผลิตเนยงาดำ *Sesamum indicum* Linn.

นางสาวศุภมาศ กลิ่นขจร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1014-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRODUCTION OF BLACK SESAME *Sesamum indicum* Linn. BUTTER

Miss Supamas Klinkajorn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology

Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-1014-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตเนยงาดำ *Sesamum indicum* Linn.
โดย	นางสาวศุภมาศ กลิ่นขจร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภมาศ กลิ่นขจร : การผลิตเนยงาดำ *Sesamum indicum* Linn. (PRODUCTION OF BLACK SESAME *Sesamum indicum* Linn. BUTTER) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง, 124 หน้า. ISBN 974-17-1014-3

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเนยงาดำในภาวะต่างๆ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของงาดำพบว่ามี ไขมันร้อยละ 52.60 โดยน้ำหนัก เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 83.16 ประกอบด้วยกรดโอเลอิค กรดลิโนเลอิค และกรดลิโนเลนิค ร้อยละ 35.92 46.90 และ 0.34 โดยน.น.กรดไขมัน/น.น.ไขมันทั้งหมด โปรตีน ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต ความชื้น และเถ้าร้อยละ 25.59 6.34 5.44 3.35 และ 6.68 โดยน้ำหนักตามลำดับ จากนั้นศึกษาภาวะในการคั่วโดยแปรอุณหภูมิเป็น 160 180 และ 200 องศาเซลเซียส และเวลาเป็น 10 15 และ 20 นาที แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า อุณหภูมิและเวลามีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ต่อ กลิ่นคั่ว กลิ่นผิดปกติ และการยอมรับโดยรวมของงาดำคั่ว การคั่วที่ 180 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาทีจะมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด มีค่า TBA 0.52 mg/Kg การสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 4.62 และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 82.29 โดยน.น.กรดไขมัน/น.น.ไขมันทั้งหมด เป็นกรดโอเลอิค กรดลิโนเลอิค และกรดลิโนเลนิค ร้อยละ 35.49 46.47 และ 0.33 ตามลำดับ ต่อมาศึกษาการบดด้วยเครื่องบดเนยถั่วลิสง แปรจำนวนครั้งของการบดเป็น 2 4 6 8 และ 10 ครั้ง พบว่าจำนวนครั้งของการบดที่ 8 ครั้งจะได้เนยงาดำที่มีความหนืด 41,280 cPs แรงต้านการกด 10.18 g ความสามารถในการทาป้าย 0.12 มิลลิเมตร/วินาที เมื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า มีคะแนนการยอมในด้านความละเอียด ความสามารถในการทาป้ายไม่แตกต่างจากความต้องการของผู้บริโภค (Ideal) และมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด จึงเลือกจำนวนครั้งของการบดที่ 8 ครั้ง จากนั้นปรับรสชาติของเนยงาดำโดยแปรระดับน้ำตาลเป็นร้อยละ 22 24 26 28 และ 30 โดยน.น.ของน้ำตาล/น.น.เนยงาดำ พบว่าการเติมน้ำตาลน้ำตาลร้อยละ 26 โดยน.น.ของน้ำตาล/น.น.เนยงาดำจะได้เนยงาดำที่มีความหนืด 61,000 cPs แรงต้านการกด 11.06 g ความสามารถในการทาป้าย 0.09 มิลลิเมตร/วินาที ซึ่งจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าการยอมในด้านรสหวานและขมไม่แตกต่างจากความต้องการของผู้บริโภค (Ideal) ($p>0.05$) และมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด เมื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวเพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันโดยแปรชนิดเป็น 3 ชนิดคือ เลซิติน (LEC) Distilled Monoglyceride (DMG) และGrindsted ™ Triglyceride (TG) และแปรระดับความเข้มข้นเป็นร้อยละ 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 โดยน.น.ของสาร/น.น.เนยงาดำ ผลจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.2 และ 0.4 มีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุดไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และมีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับการใช้ LEC ที่ระดับอื่นๆ ส่วน DMG และ TG ที่ระดับร้อยละ 0.2 จะมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด แต่เมื่อศึกษาการแยกชั้นของน้ำมันที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่าหลังจากสัปดาห์ที่ 2 เนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4 จะป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันได้ดีกว่าที่เติมร้อยละ 0.2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) เมื่อนำเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4 DMG และ TG ร้อยละ 0.2 ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า เนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4 ความหนืด 64,160 cPs แรงต้านการกด 11.82 g ความสามารถในการทาป้าย 0.08 มิลลิเมตร/วินาที จะมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด

ภาควิชา....เทคโนโลยีทางอาหาร.....
สาขาวิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร.....
ปีการศึกษา.....2545.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ศุภมาศ กลิ่นขจร.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172583623 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEYWORD: BLACK SESAME / PEANUT BUTTER / STABILIZER / ROASTING

SUPAMAS KLINKAJORN : PRODUCTION OF BLACK SESAME *Sesamum indicum* Linn. BUTTER
THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. PRANEE ANPRUNG, Ph.D. 124 pp. ISBN 974-17-1014-3

The purpose of this research is to study procedure of black sesame butter production in various conditions-- roasting, grinding, adjusting the taste and choosing the appropriated stabilizer for the product. Temperature and time of roasting were varied into 160, 180, 200 °C and 10, 15, 20 minutes. Then sensory evaluation was studied. The result showed that roasted black sesame at 180°C for 10 minutes, which had 0.52 mg/Kg of TBA value; 4.62% of weight loss and 82.29% of unsaturated fatty acid -- 35.49% of Oleic acid, 46.67% of Linoleic acid and 0.33% of Linolenic acid, obtained the most overall acceptance score. Afterward, grinding black sesame by peanut butter grinder (Olde tyme model: PN-1) was investigated. Grinding was varied into 2, 4, 6, 8 and 10 times. When sensory evaluation was tested, it was found that acceptance scores in term of fineness and spreadability were not different from ideal preference ($p>0.05$). Besides, it had got the most acceptance scores. As a result, the researcher selected the eighth grinding, which had 41,280 cPs of viscosity; 10.18 g of force in compression; 0.12 mm/s of spreadability. After that, The taste of sesame butter was adjusted by varying the level of sugar into 22, 24, 26, 28 and 30%(w/w). The result showed that the level of sugar at 26%(w/w) got black sesame butter which had 61,000 cPs of viscosity, 11.06 g of force in compression, 0.09 mm/s of spreadability. When sensory evaluation was tested, it was found that the level of sugar at 26%(w/w) has acceptance sores in term of sweetness and bitterness which are not different from ideal ($p>0.05$) and the most acceptance scores. Three stabilizers ,using to prevent oil separation, were Lecithin (LEC), Distilled Monoglyceride(DMG), Grindsted™ Triglyceride(TG) . The concentration was varied by 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0%(w/w). Sensory evaluation was tested, it was found that black sesame butter mixed with 0.2 and 0.4%(w/w) of LEC obtained the same highest overall acceptance score comparing to other concentration. Regarding 0.2%(w/w) of DMG and TG had the highest overall acceptance score. However, the study of oil separation at the temperature of 45 and 55 °C for 4 weeks, it was found that after 2 weeks black sesame butter added by 0.4%(w/w) of LEC could prevent oil separation better than that added by 0.2%(w/w) of LEC. When sensory evaluation of black sesame butter added by 0.4%(w/w) of LEC and 0.2%(w/w) of DMG and TG was tested. The sensory results revealed that black sesame butter added by 0.4%(w/w) of LEC which had 64,160 cPs of viscosity, 11.82 g of force in compression and 0.08 mm/s of spreadability had the most overall acceptance score.

Department.....Food Technology.....
Field of study.....Food Technology.....
Academic year.....2002.....

Student's signature...Supamas Klinkajorn
Advisor's signature.....
Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับรองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และการดูแลอย่างดี ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์ ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ และ ดร.พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ ที่ได้สละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขงานวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ โดยเฉพาะ ปอ ติ๊ก ดาว กุ้ง อั้น หนิง พี่อิ๋ม และพี่เต่า และอีกหลายๆคนที่ไม่เอ่ยถึงแต่คุณคงรู้ว่าคุณคือใคร

และที่ขาดไปไม่ได้ เตย ปุ้ม ณิชา มิ้งค์ เอ้ และบี สำหรับกำลังใจ การดูแลและความช่วยเหลืออย่างดีตลอดมา เคยมีใครบางคนกล่าวไว้ว่าชีวิตคนเราจะค้นพบเพื่อนแท้ในยามที่มีทุกข์ และข้าพเจ้าคิดว่าข้าพเจ้าได้ค้นพบแล้ว และขอบคุณ สราวุธ หาญบรรเจิด อยากบอกคุณว่ามิตรภาพเป็นสิ่งสวยงามเสมอ ขอบคุณ ศรีสกุล คุณีพงษ์ ดีใจมากที่มีพี่ชายอย่างคุณ

ท้ายที่สุดกราบขอบพระคุณ พ่อ และแม่ สำหรับทุกความรู้สึก ทุกกำลังใจ และทุกการกระทำที่สนับสนุนให้ข้าพเจ้าเป็นข้าพเจ้าในวันนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูป..... ฒ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 วารสารปริทัศน์..... 2

2.1 งา..... 2

2.2 ส่วนประกอบของเมล็ดงา..... 3

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงา..... 4

2.4 ประโยชน์ที่ได้จากการบริโภคเนยงาดำ..... 5

2.5 สารแอนติออกซิแดนท์ในเมล็ดงา..... 8

2.6 ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น..... 9

2.7 งาที่ปลูกในประเทศไทย..... 13

2.8 การใช้ประโยชน์จากงา. 13

2.9 เนยถั่วลิสง..... 14

3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย..... 17

3.1 ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาดำ..... 22

3.2 ศึกษากระบวนการผลิตเนยงาดำ..... 22

3.2.1 หาภาวะการคั่วเมล็ดงาดำ..... 22

3.2.2 หาภาวะในการบดเมล็ดงาดำ..... 23

3.2.3 การปรับรสชาติเนยงาดำ..... 24

3.2.3.1 เลือกช่วงปริมาณน้ำตาลที่ควรเติม..... 24

3.2.3.2 หาปริมาณน้ำตาลในเนยงาดำ..... 24

3.3 ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัว (stabilizer)..... 25

สารบัญ (ต่อ)

3.4 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยงาดำ..... 27

3.4.1 คุณภาพทางเคมี..... 27

3.4.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์..... 27

4 ผลการทดลอง..... 28

4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาดำ..... 28

4.2 ศึกษากระบวนการผลิตเนยงาดำ..... 29

4.2.1 หาภาวะการคั่วเมล็ดงาดำ..... 29

4.2.2 หาภาวะในการบดเมล็ดงาดำ..... 33

4.2.3 การปรับรสชาติเนยงาดำ..... 43

4.2.3.1 เลือกช่วงปริมาณน้ำตาลที่ควรเติม..... 43

4.2.3.2 หาปริมาณน้ำตาลในเนยงาดำ..... 45

4.3 การเติมสารให้ความคงตัวในเนยงาดำเพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำมัน..... 47

4.4 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยงาดำ..... 67

4.4.1 คุณภาพทางเคมี..... 67

4.4.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์..... 68

5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 70

5.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาดำ..... 70

5.2 ศึกษากระบวนการผลิตเนยงาดำ..... 71

5.2.1 หาภาวะการคั่วเมล็ดงาดำ..... 71

5.2.2 หาภาวะในการบดเมล็ดงาดำ..... 72

5.2.3 การปรับรสชาติเนยงาดำ..... 73

5.2.3.1 เลือกช่วงปริมาณน้ำตาลที่ควรเติม..... 73

5.2.3.2 หาปริมาณน้ำตาลในเนยงาดำ..... 74

5.3 ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่มีผลต่อการแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำ..... 74

5.4 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยงาดำ..... 76

5.4.1 คุณภาพทางเคมี..... 76

5.4.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์..... 77

6 สรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 78

สารบัญ (ต่อ)

รายการอ้างอิง..... 81
ภาคผนวก..... 85
ภาคผนวก ก..... 86
ภาคผนวก ข..... 94
ภาคผนวก ค..... 98
ภาคผนวก ง..... 99
ภาคผนวก จ..... 105
ภาคผนวก ฉ..... 110
ภาคผนวก ช..... 122
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 124

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของงาดำ.....	5
2.2	สมบัติของน้ำมันจากเมล็ดงา.....	6
2.3	กรดอะมิโนชนิดต่างๆในเมล็ดงาดำ งาขาว ถั่วเหลือง และไข่ไก่.....	7
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาดำ.....	28
4.2	องค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดงาดำ.....	29
4.3	ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักและค่า TBA ของเมล็ดงาดำ ที่ผ่านการคั่วที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ.....	30
4.4	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่องาดำที่คั่วที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ.....	31
4.5	องค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดงาดำที่ผ่านการคั่วที่ 180 องศาเซลเซียส 10 นาที.....	32
4.6	ผลของการบดต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และ ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ.....	39
4.7	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเนยงาดำที่ผ่านการบดที่จำนวนครั้งต่างๆ...	41
4.8	ผลของระดับน้ำตาลในช่วงร้อยละ 10-30 โดยน้ำหนักของน้ำตาล ต่อน้ำหนักเนยงาดำต่อความหนืด แรงต้านการกด และ ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ.....	43
4.9	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ.....	44
4.10	ผลของระดับน้ำตาลในช่วงร้อยละ 22-30 โดยน้ำหนักของน้ำตาล ต่อน้ำหนักเนยงาดำ ต่อความหนืด แรงต้านการกด และ ความสามารถในการทาป้ายของ เนยงาดำ.....	45
4.11	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 22 24 26 28 และ30 โดยน้ำหนักน้ำตาล ต่อ น้ำหนักเนยงาดำ.....	46
4.12	ผลของปริมาณ LEC ร้อยละ 0 – 1.0 โดยน้ำหนักของสารให้ความคงตัว ต่อน้ำหนักของเนยงาดำ ต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และ ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ.....	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.13 ผลของปริมาณ DMG ร้อยละ 0 – 1.0 โดยน้ำหนักของสารให้ความคงตัว ต่อน้ำหนักของเนยงาดำ ต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และ ความสามารถในการทาป้ายของ เนยงาดำ..... 48

4.14 ผลของปริมาณ TG ในช่วง 0 – 1.0 โดยน้ำหนักของสารให้ความคงตัวต่อ น้ำหนักของเนยงาดำ ต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และ ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ 49

4.15 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้น ต่อน้ำหนักของเนยงาดำ)ของเนยงาดำที่เวลา 1สัปดาห์..... 58

4.16 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้น ต่อน้ำหนักของเนยงาดำ) ของเนยงาดำที่เวลา 2 สัปดาห์..... 59

4.17 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้น ต่อน้ำหนักของเนยงาดำ) ของเนยงาดำที่เวลา 3 สัปดาห์..... 60

4.18 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้น ต่อน้ำหนักของเนยงาดำ) ของเนยงาดำที่เวลา 4 สัปดาห์..... 61

4.19 องค์ประกอบทางเคมีของเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 26 และ LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ..... 67

4.20 องค์ประกอบของกรดไขมันในเนยงาดำที่เติมน้ำตาล ร้อยละ 26 และ LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ.... 68

4.21 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่มีในผลิตภัณฑ์เนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 26 และ LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ..... 69

ฉ.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากการคั่วของเมล็ดงาดำที่แปรอุณหภูมิและเวลาต่างๆ..... 110

ฉ.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า TBA เนื่องจากการคั่วของ เมล็ดงาดำที่แปรอุณหภูมิและเวลาต่างๆ..... 110

ฉ.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของเมล็ดงาดำที่ผ่านการคั่วที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ..... 111

ฉ.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของ เนยงาดำผ่านการบดที่จำนวนครั้งต่างๆ..... 111

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฉ.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าแรงต้านการกดของ
เนยงาดำผ่านการบดที่จำนวนครั้งต่างๆ..... 111

ฉ.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสามารถในการทาป้าย
ของเนยงาดำผ่านการบดที่จำนวนครั้งต่างๆ..... 112

ฉ.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของเนยงาดำที่ผ่านการบดที่จำนวนครั้งต่างๆ..... 112

ฉ.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของเนยงาดำที่แปรระดับน้ำตาล
ร้อยละ 0 10 20 และ30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 112

ฉ.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงต้านการกดของเนยงาดำที่แปรระดับ
น้ำตาลร้อยละ 0 10 20 และ30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 113

ฉ.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ
ที่แปรระดับน้ำตาลร้อยละ 0 10 20 และ30โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนัก..... 113

ฉ.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของเนยงาดำที่แปรระดับน้ำตาลร้อยละ 0 10 20 และ30
โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 113

ฉ.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของเนยงาดำที่แปรระดับน้ำตาล
ร้อยละ 0 22 24 26 28 และ30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 114

ฉ.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงต้านการกดของเนยงาดำที่แปรระดับน้ำตาล
ร้อยละ 0 22 24 26 28 และ30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 114

ฉ.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำที่แปร
ระดับน้ำตาลร้อยละ 0 22 24 26 28 และ30
โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 114

ฉ.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของเนยงาดำที่แปรระดับน้ำตาลร้อยละ 0 22 24 26 28 และ30
โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 115

ฉ.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของเนยงาดำผ่านการ
แปรระดับ LEC ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0
โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฉ.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของเนยงาดำผ่านการแปรระดับDMG ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 115

ฉ.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของเนยงาดำที่แปรระดับ TG ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 116

ฉ.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงต้านการกดของเนยงาดำที่แปรระดับ LEC ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 116

ฉ.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงต้านการกดของเนยงาดำที่แปรระดับ DMG ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 08 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 116

ฉ.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงต้านการกดของเนยงาดำที่แปรระดับ TG ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 08 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 117

ฉ.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำที่แปรระดับ LEC ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 117

ฉ.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำที่แปรระดับ DMG ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 08 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 117

ฉ.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำที่แปรระดับ TG ร้อยละ 0 0.2 0.4 0.6 08 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 118

ฉ.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยงาดำที่แปรระดับ DMG ร้อยละ0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 119

ฉ.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนยงาดำที่แปรระดับ TG ร้อยละ0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฉ.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการแยกชั้นของเนยงาดำที่แปรระดับ LEC ร้อยละ0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 120

ฉ.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการแยกชั้นของเนยงาดำที่แปรระดับ DMG ร้อยละ0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 120

ฉ.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการแยกชั้นของเนยงาดำที่แปรระดับ TG ร้อยละ0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 121

ฉ.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของเนยงาดำที่แปรระดับ LEC ร้อยละ 0.4 DMG และ TG ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 121

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ฝักงา.....	2
2.2	ภาพตัดขวางของเมล็ดงา.....	4
2.3	สารประกอบลิกแนนที่เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ในเมล็ดงา.....	8
2.4	โครงสร้างทางเคมีของโทโคเฟอรอล.....	9
4.1	ปริมาณอนุภาคสะสมของเนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ.....	33
4.2	ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 2 ครั้ง.....	34
4.3	ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 4 ครั้ง.....	35
4.4	ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 6 ครั้ง.....	36
4.5	ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 8 ครั้ง.....	37
4.6	ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 10 ครั้ง.....	38
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการบดซ้ำ แรงต้านการกด ความสามารถในการทาป้าย และขนาดอนุภาคสะสมที่ร้อยละ 50 โดยปริมาตรของเนยงาดำ.....	40
4.8	เนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ 2-10 ครั้ง.....	42
4.9	ความหนืดของเนยงาดำหลังเติมสารให้ความคงตัวที่ปริมาณต่างๆ.....	50
4.10	แรงต้านการกดของเนยงาดำหลังเติมสารให้ความคงตัวที่ปริมาณต่างๆ.....	51
4.11	ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำหลังเติมสารให้ความคงตัวที่ปริมาณต่างๆ.....	52
4.12	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆของเนยงาดำที่ไม่เติม และเติม LEC ร้อยละ 0.2-1.0 โดย น.น.ของสาร/น.น.เนยงาดำ.....	54
4.13	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆของเนยงาดำที่ไม่เติม และเติม TG ร้อยละ 0.2-1.0 โดย น.น.ของสาร/น.น.เนยงาดำ.....	55
4.14	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆของเนยงาดำที่ไม่เติม และเติม DMG ร้อยละ 0.2-1.0 โดย น.น.ของสาร/น.น.เนยงาดำ.....	56
4.15	การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์....	62
4.16	การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์....	62

สารบัญรูป (ต่อ)

4.17 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม TG ร้อยละ0.2-1.0
โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์.... 63
4.18 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม TG ร้อยละ0.2-1.0
โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์.... 63
4.19 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม DMG ร้อยละ0.2-1.0
โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์.... 64
4.20 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม DMG ร้อยละ0.2-1.0
โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์.... 64
4.21 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4
DMG และTG ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ..... 66
ช.1 เครื่องบดเนยถั่วลิสง Olde Tyme รุ่น PN-1..... 122
ช.2 เครื่องคั่วลมร้อน Potapan รุ่น CVO-700..... 123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย