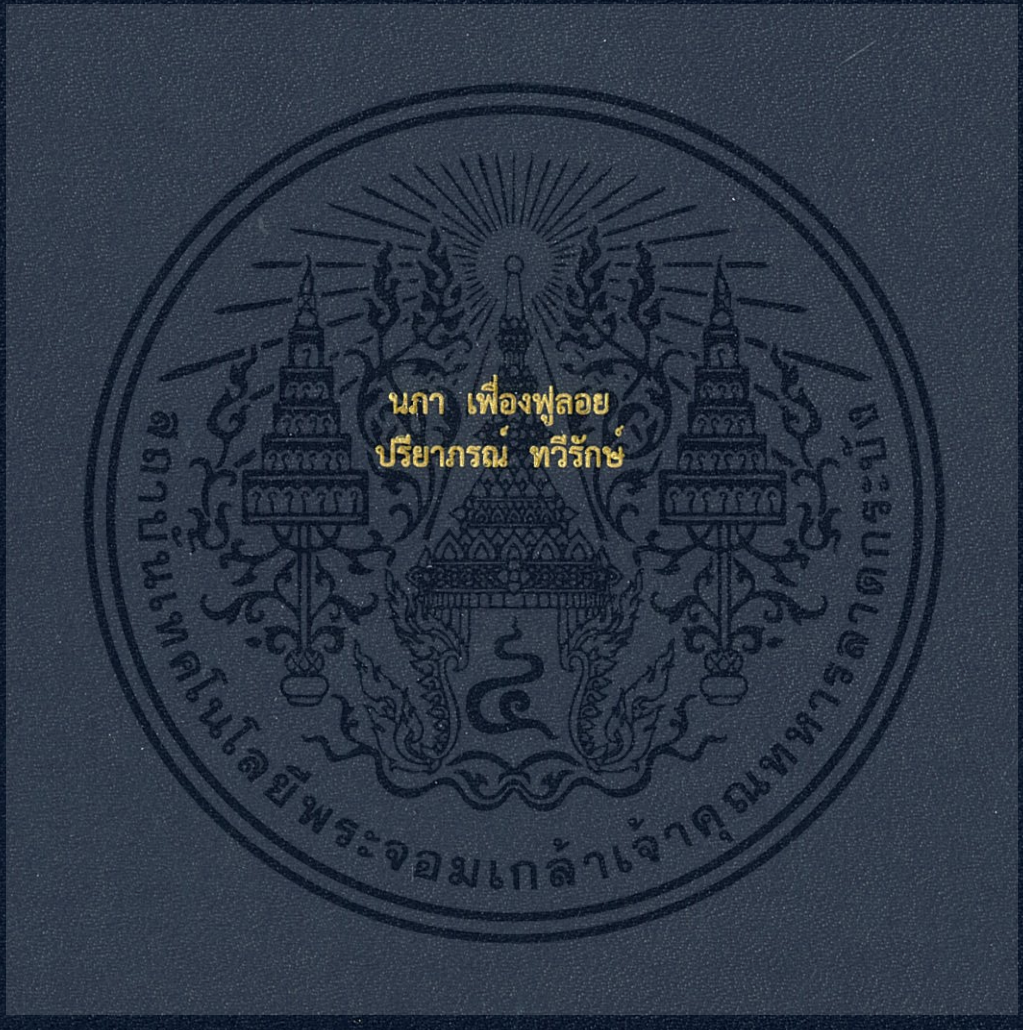
ผลของวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อคุณสมบัติของน้ำมันงาม้อน

Effect of solvent extraction methods on the characteristics of perilla seed oil



นภา เพื่องฟูลอย

ปรียาภรณ์ ทวีรักษ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อคุณสมบัติของน้ำมันงาม้อน

Effect of solvent extraction methods on the characteristics of perilla seed oil

T148857

นภา เฟื่องฟูลอย

ปรียาภรณ์ ทวีรักษ์

ตรพฐ.
เลขทะเบียน 148857
วัน.เดือน.ปี 30 พ.ย. 2560

b 12876513
i

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ผลของวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อคุณสมบัติของน้ำมันงาม้อน

Effect of solvent extraction methods on the characteristics of perilla seed oil

จัดทำโดย

นางสาวนภา เฟื่องฟูลอย รหัสนักศึกษา 55080166

นางสาวปรียาภรณ์ ทวีรักษ์ รหัสนักศึกษา 55080171

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 1 / ๒๕ / 59

(ผศ. ดร.พอใจ ถามากร)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ผลของวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อคุณสมบัติของน้ำมันงาม้อน
นักศึกษา	นภา เฟื่องฟูลอย รหัสนักศึกษา 55080166
	ปรียาภรณ์ ทวีรักษ์ รหัสนักศึกษา 55080171
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. พอใจ ถามากร

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันงาม้อนที่ได้จากวิธีการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีการสกัด3แบบ คือ การสกัดแบบการแช่ตัวทำลาย (อัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลาย 1:3, 1:5 และ 1:7) , การสกัดแบบเขย่าตัวทำละลาย (อัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลาย 1:3, 1:5 และ 1:7) และสกัดแบบการใช้อัลตราโซนิคในการช่วยสกัด (อัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลาย 1:3, 1:5 และ 1:7, เวลา 10, 20 และ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40°C) พบว่าอัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดงาม้อนต่อตัวทำละลาย 1:7 ของวิธีการสกัดแบบเขย่าตัวทำละลายและการสกัดแบบแช่ตัวทำละลายให้ผลผลิตของน้ำมันงาม้อนสูงที่สุด คือ ร้อยละ 30.70 และ 30.27 ตามลำดับ และการสกัดแบบการใช้อัลตราโซนิคในการช่วยสกัด พบว่าอัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดงาม้อนต่อตัวทำละลาย 1:7 เวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40°C ให้ผลผลิตของน้ำมันงาม้อนสูงที่สุดร้อยละ 27.37 จากนั้นนำน้ำมันที่สกัดได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ (ค่าสีและค่าความหนืด) และทางเคมี (ค่าไอโอดีน , ค่าสปอนนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรด และค่าเพอร์ออกไซด์) พบว่าวิธีการสกัดที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันงาม้อน โดยน้ำมันงาม้อนที่สกัดได้จากทุกวิธีมีค่าความเป็นกรดและค่าเพอร์ออกไซด์ต่ำ แสดงให้เห็นว่าน้ำมันที่ได้จากเมล็ดงาม้อนเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี

คำสำคัญ: งาม้อน, การสกัดแบบการแช่ตัวทำลาย, การสกัดแบบเขย่าตัวทำละลาย, การสกัดแบบการใช้อัลตราโซนิคในการช่วยสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem	Effect of solvent extraction methods on the characteristics of perilla seed oil	
Student	Napa Fueangfuloy	Student ID 55080166
	Preeyaporn Thaweerak	Student ID 55080171
Program	Bachlor of science in Food Process Engineering	
Year	2016	
Advisor	Assist.Prof.Dr. Porjai Thamakorn	

Abstract

The properties of perilla (*perilla frutescens*) extracted oils from different n-hexane solvent extraction methods were studied. The extraction methods were solvent maceration (ratio of solid to solvent 1:3, 1:5 and 1:7), shaking solvent extraction (ratio of solid to liquid 1:3, 1:5 and 1:7), and ultrasound assisted solvent extraction (A ratio of solid to solvent 1:3, 1:5 and 1:7 and time 10, 20 and 30 minute at temperature 40°C). The result show that the ratio of weight perilla seed per solvent 1:7 of soaking solvent extraction and shaking solvent extraction obtained the maximum oil yield 30.70% and 30.27% respectively. The ultrasound assisted solvent extraction, result show that the ratio of weight perilla seed per solvent 1:7 and 30 min at 40°C, gave the maximum oil yield to be 27.37%. Then, the extracted oils were analyzed for their physical and chemical properties, result showed the different extraction methods did not affect both physical and chemical properties. The perilla seed oil had low acid and peroxide value, indicating that the extracted oils had the good qualities.

Key word: perilla , soaking solvent extraction, shaking solvent extraction,ultrasound assisted solvent extraction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พอใจ ถามากร ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เป็นอย่างสูงที่กรุณาถ่ายทอดความรู้ คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นต่างๆตลอดเวลาที่ศึกษาปัญหาพิเศษฉบับนี้ รวมทั้งการเสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นคณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ รวมทั้งตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในการสอบปัญหาพิเศษให้มีความสมบูรณ์

ขอกรอบขอบคุณคณาจารย์ทุกๆ ท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และวิชาการต่างๆให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา ณ สถาบันฯ แห่งนี้ จนกระทั่งประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนการศึกษา พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะอุตสาหกรรมเกษตรที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดจนทุกๆท่านที่มิได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ด้วย ที่มีส่วนช่วยให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจอ่านทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนใดผิดพลาดไปเนื่องจากการพิมพ์หรือด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชมจากผู้อ่านด้วยใจจริง

นภา เฟื่องฟูลอย
ปรียาภรณ์ ทวีรักษ์
21 พฤษภาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูปภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 งาม้อน	2
2.2 วิธีการสกัดน้ำมัน	4
2.3 น้ำมันงาม้อน	5
2.4 สมบัติของน้ำมัน	6
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	10
3.2 อุปกรณ์	10
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	12
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของงาม้อน	12
4.2 ผลผลิตของน้ำมันที่ได้จากการสกัดที่แตกต่างกัน	12
4.3 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมัน	14
4.4 ลักษณะทางเคมีของน้ำมัน	15
4.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมัน	16
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	18
บรรณานุกรม	19
ภาคผนวก	21
ภาคผนวก ก	22
ภาคผนวก ข	29
ภาคผนวก ค	32
ภาคผนวก ง	36
ประวัติผู้เขียน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำมันงาม้อน	6
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของงาม้อน	12
4.2	ผลผลิตของการสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลายและการเขย่าตัวทำละลาย n-hexane	13
4.3	ผลผลิตของการสกัดด้วย Ultrasound assisted solvent n- hexane	13
4.4	ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีแตกต่างกัน	14
4.5	ลักษณะทางเคมีของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีแตกต่างกัน	15
4.6	การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีแตกต่างกัน	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะของใบงาม้อน	3
2.2	ลักษณะของเมล็ดงาม้อน	3
2.3	ลักษณะของดอกงาม้อน	4
2.4	น้ำมันงาม้อนที่สกัดออกมาจากเมล็ดงาม้อน	5
ง.1	กราฟมาตรฐานโทรลอกซ์ในการวิเคราะห์ DPPH	37
ง.2	กราฟมาตรฐานโทรลอกซ์ในการวิเคราะห์ ABTS	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

งาม้อนเป็นพืชสมุนไพรจำพวกเดียวกับกะเพรา โหระพา ใบแมงลัก ที่มีการใช้ประกอบอาหาร และยาในประเทศทางแถบเอเชียมานานแล้ว แต่ในประเทศไทยงาม้อนเป็นพืชที่ปลูกกันมานานในพื้นที่ภาคเหนือหลายจังหวัด เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา แม่ฮ่องสอน เป็นต้น งาม้อนถือเป็นงาพันธุ์พื้นเมืองซึ่งมีกลิ่นเฉพาะตัวและให้ผลผลิตมาก งาม้อนจัดเป็นพืชฤดูเดียวนิยมปลูกในช่วงต้นเดือนสิงหาคม โดยระยะเวลาในการปลูกจนถึงเวลาเก็บเกี่ยวประมาณ 4 เดือน เมล็ดของงาม้อนจะมีขนาดเล็กๆ กลมๆ สีของเมล็ดจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ของงาที่ปลูก

ในเมล็ดงาม้อนประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และฟอสฟอรัส รวมทั้งวิตามินหลายชนิด เช่น tocopherols ยังพบสาร phytosterols มีสาร flavone และ glycoside หลายชนิด เช่น apigenin acid, luteolin และสารอินทรีย์หลายชนิด (ศิริวรรณ สุทธจิตต์, 2550) เมล็ดงาม้อนสามารถนำมาสกัดน้ำมันได้ร้อยละ 31 ถึง ร้อยละ 51 น้ำมันงาม้อนอุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายชนิด ได้แก่ กรดไลโนเลนิก (โอเมก้า 3) กรดไลโนเลอิก (โอเมก้า 6) และกรดโอเลอิก (โอเมก้า 9) แต่อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาปริมาณกรดไขมันจากงาม้อนที่ปลูกทางภาคเหนือของประเทศไทย (Siriamornpun, 2006) พบว่ามีกรดลิโนเลนิกอยู่ประมาณ 54-59% มีกรดลิโนเลอิกประมาณ 18-22% และมีกรดโอเลอิกประมาณ 11-12 % น้ำมันงาม้อนเป็นน้ำมันที่มีโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 มากกว่าน้ำมันอื่น นอกจากนั้นธัญญา ธีรศาสตร์ (ม.ป.ป.) ยังระบุว่า หากเปรียบเทียบแล้ว ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในน้ำมันงาม้อนนั้นสูงกว่าน้ำมันปลาประมาณ 2 เท่าตัว อีกทั้งยังพบสาระสำคัญในกลุ่มโพลีฟีนอลที่สำคัญหลายชนิดโดยเฉพาะกรดโรสมารินิก (rosmarinic acid) และสารลูทีโอลิน (luteolin) ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งได้ นอกจากนี้ยังมีสารเซซามอลที่เชื่อกันว่ามีส่วนช่วยป้องกันโรคมะเร็งและทำให้ร่างกายแก่ช้าลง

น้ำมันงาม้อนสามารถบริโภคได้ถึง 10 กรัมต่อวัน และการบริโภคเมล็ดงาม้อนทำให้ร่างกายอบอุ่น แก้ท้องผูก ลดไขมันในเลือด ส่วนฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาช่วยต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา เป็นยาระบาย ลดบวม ลดอุณหภูมิของร่างกาย ลดระดับคอเลสเตอรอลและลดไตรกลีเซอไรด์ (ศิริวรรณ สุทธจิตต์, 2550)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันงาม้อนที่แตกต่างกันต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ รวมไปถึงการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันงาม้อน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาอิทธิพลของวิธีการสกัด ได้แก่ สกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย, สกัดด้วยการเขย่าตัวทำละลาย และสกัดด้วยอัลตราโซนิคในการช่วยสกัด เพื่อศึกษาหาผลผลิตและลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำมัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดหวังว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบองค์ประกอบต่างๆที่อยู่ในเมล็ดงาม้อน

1.3.2 ทราบว่าวิธีการสกัดที่ได้ปริมาณน้ำมันสูงที่สุดหรือคุณภาพดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งาม้อน

งาม้อน มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ *Perilla frutescens* Linn เป็นพืชสมุนไพรตระกูลเดียวกับกะเพรา จัดเป็นไม้ล้มลุกต้นตั้งตรงสูง 50-150 เซนติเมตร จัดเป็นพืชพื้นเมืองที่ปลูกกันมากบริเวณทวีปเอเชีย รวมไปถึงในประเทศไทย มีรายงานการสำรวจการปลูกงาม้อนทางภาคเหนือตอนบนพบว่ามีการปลูกกระจายทั่วไปในพื้นที่ดอนเชิงเขา ผลจากการสำรวจแหล่งการปลูกทั้งหมด 10 แห่ง พบว่าต้นงาม้อนมีทั้งหมด 130 สายพันธุ์ ซึ่งมีทั้งเมล็ดขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ และมีสีที่ต่างกัน ตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลไหม้ สีเทาเข้ม สีเทาอ่อนไปจนถึงสีขาว โดยการปลูกงาม้อนทั่วไปจะปลูกกันในพื้นที่ดอนและอาศัยน้ำฝน (พรรณผกา รัตนโกศล, 2014) โดยจังหวัดที่นิยมปลูกงาม้อนในประเทศ คือ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา แม่ฮ่องสอน เป็นต้น ซึ่งงาม้อนถูกใช้อย่างแพร่หลายทั้งในการนำมาประกอบอาหารและในทางการแพทย์ (Makino และคณะ, 2003) ทั้งในส่วนของใบ ยอดอ่อน และเมล็ด ใบและยอดอ่อนมีสรรพคุณในการช่วยอาการแก้ไอ แก้หวัด และช่วยในการย่อยอาหาร ส่วนในเมล็ดมีสรรพคุณในการช่วยไขมันในเลือด และน้ำมันในเมล็ดยังสามารถนำมาใช้เป็นยานวดแก้อาการปวดขัดข้อกระดูก อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารได้อีกด้วย

ในเมล็ดงาม้อนประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และฟอสฟอรัส รวมทั้งวิตามินหลายชนิด เช่น tocopherols ยังพบสาร phytosterols มีสาร flavone และ glycoside หลายชนิด เช่น apigenin acid, luteolin และสารอินทรีย์หลายชนิด (ศิริวรรณ สุทธจิตต์, 2550) และงาม้อนยังมีสารเซซามอล (Sesamol) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยป้องกันโรคมะเร็งและช่วยทำให้ร่างกายแก่ช้าลงอีกด้วย เมล็ดงาม้อนสามารถนำมาสกัดน้ำมันได้ร้อยละ 31 ถึง 51 น้ำมันงาม้อนอุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายชนิด ได้แก่ กรดไลโนเลนิก (โอเมก้า 3) กรดไลโนเลอิก (โอเมก้า 6) และกรดโอเลอิก (โอเมก้า 9) แต่อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาปริมาณกรดไขมันจากงาม้อนที่ปลูกทางภาคเหนือของประเทศไทย (Siriamornpun, 2006) โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวนี้มีประโยชน์อยู่หลายอย่าง เช่น ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลไม่ให้มีมากมากจนเกินไป ช่วยป้องกันไม่ให้หลอดเลือดแข็งตัว ป้องกันโรคหัวใจและโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดบางชนิด และยังช่วยแก้อาการไม่สบายต่างๆ ที่เกิดจากระบบประสาท เช่น อาการนอนไม่หลับ เบื่ออาหาร เมื่อยสายตา อ่อนเปลี้ยเพลียแรง เป็นเหน็บชา มีอาการปวดเส้นตามตัว แขน หรือขา

ส่วนประกอบต่างๆของต้นงาม้อนมีรายละเอียด ดังนี้

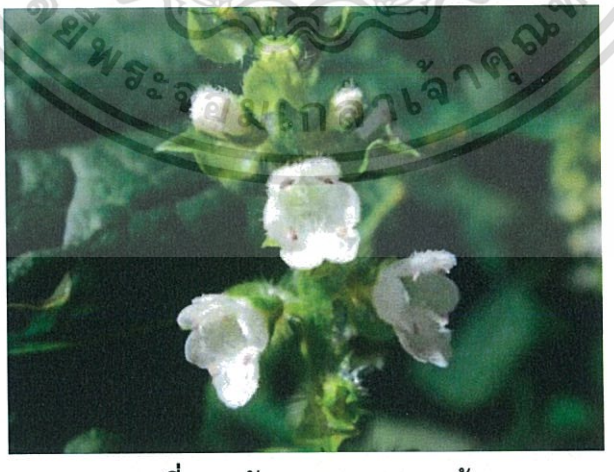
2.1.1 ใบ เป็นใบเดียว รูปไข่หรือกลม กว้าง 2-8 เซนติเมตร ยาว 3-9.5 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลมหรือแหลมเป็นติ่งยาว โคนใบกลม ป้านหรือตัดขอบใบจักแบบฟันเลื่อย สีเขียวอ่อน ด้านล่างสีอ่อนกว่าด้านบน มีขนทั้งสองด้าน ตามเส้นใบมีขนหนาแน่น ด้านล่างมีต่อมน้ำมัน ก้านใบยาว 10-45 มิลลิเมตร มีขนยาวหนาแน่น ดังในภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของใบงาม้อน

ที่มา: www.งาขี้ม้อน.com/งาม้อน-เป็นอย่างไร/

2.1.2 **ดอก** ออกเป็นช่อกระจะ ตามง่ามใบและที่ยอด ริ้วประดับดอกย่อย รูปไข่ กว้าง 2.5–3.2 มิลลิเมตร ยาว 3–4 มิลลิเมตร ไม่มีก้าน โคนริ้วประดับกลมกว้าง ขอบเรียบ มีขน ปลายเรียวแหลม ด้านดอกย่อยยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร มีขนสีขาวปกคลุมหนาแน่น กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันเป็นรูประฆัง ยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร ปลายแยกเป็นแฉกแหลม 5 แฉก แฉกกลางด้านบนสั้นกว่าแฉกอื่น ๆ มีเส้นตามยาว 10 เส้น ด้านนอกมีขนและมีต่อมน้ำมัน ด้านในมีขนยาวเรียงเป็นวงรอบปากหลอด เมื่อดอกเจริญไปเป็นผลแล้ว กลีบเลี้ยงจะใหญ่ขึ้น กลีบดอกสีขาว เชื่อมติดกันเป็นหลอดทรงกระบอก ปลายแยกเป็นปาก ยาว 3.5–4 มิลลิเมตร ด้านนอกมีขนด้านในมีขนเรียงเป็นวงอยู่กึ่งกลางหลอด ปากบนปลายเว้าเล็กน้อย ปากล่างมี 3 หยัก ปลายมนหยักกลางใหญ่ กว่าหยักอื่น ๆ และเฉพาะหยักนี้ด้านในมีขน เวลาดอกบานกลีบนี้จะกางออก เกสรเพศผู้มี 4 อัน เรียงเป็นคู่ คู่บนสั้นกว่าคู่ล่างเล็กน้อย ก้านเกสรเกลี้ยง อับเรณูมี 2 พู ด้านบนติดกัน ด้านล่างกางออก จานดอกเห็นชัด รังไข่ยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร มีพูกลมๆ 4 พู ก้านเกสรเพศเมีย ยาว 2.6 – 3 มิลลิเมตร ปลายแยกเป็น 2 แฉก ไม่มีขน ดังในภาพ 2.2

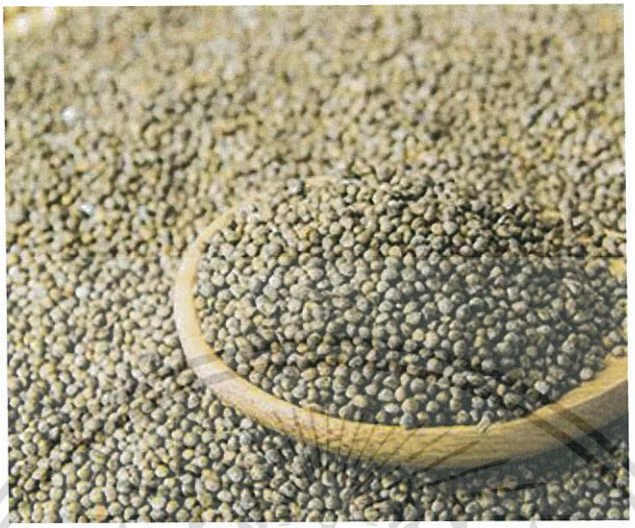


ภาพที่ 2.2 ลักษณะของดอกงาม้อน

ที่มา: http://www.teaoilcenter.org/index.php/2013-12-01-03-05-52/2013-12-01-03-12-54/entry/perilla

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ผล รูปไข่กลับ ขนาดเล็ก ยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร แข็ง สีน้ำตาลหรือสีเทา มีลายรูปตาข่าย ดังในภาพ 2.3



ภาพที่ 2.3 ลักษณะของเมล็ดงาม้อน

ที่มา: http://benjaoil.com/content-perilla-seed.html

2.2 วิธีการสกัดน้ำมัน

น้ำมันสามารถสกัดออกมาได้หลายวิธี ได้แก่

2.2.1 การสกัดน้ำมันโดยใช้ soxhlet extraction

โดยทั่วไปงานวิจัยทางด้านการสกัดน้ำมันจะใช้วิธีนี้ ซึ่งเป็นวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม โดยใช้ชุดเครื่องมือ soxhlet หลักการคือ สารที่ต้องการสกัดจะละลายออกมา จากวัสดุด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่กลั่นและควบแน่นวนกลับมาอย่างต่อเนื่อง กระบวนการสกัดนี้จะ ใช้เวลานานมากกว่า 3 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะไม่มีสารที่ต้องการละลายออกมาแล้ว ซึ่งอาจโดยสังเกตได้จากสารละลายที่สกัดได้นั้นไม่มีสีของสารที่ต้องการ (ดวงกมล เรือนงาม, 2557)

2.2.2 การสกัดน้ำมันโดยการแช่ (maceration)

การสกัดด้วยวิธีการแช่เป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ปริมาณมากในการสกัด โดยการแช่วัสดุที่ต้องการสกัดลงในตัวทำละลายอินทรีย์ที่บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันการระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ วิธีนี้จัดเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดแต่ใช้เวลานาน (ดวงกมล เรือนงาม, 2557)

2.2.3 การสกัดน้ำมันโดยการสั่นด้วยคลื่นความถี่ (ultrasound assisted extraction)

การสกัดสารด้วยการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงร่วมด้วยในการสกัดเป็นวิธีที่ใช้คลื่นเสียง ความถี่สูงหรืออัลตราโซนิค (ultrasonic) ร่วมกับตัวทำละลายอินทรีย์หรือน้ำในการสกัดน้ำมันจากวัตถุดิบ เครื่องมือชนิดนี้มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกมีขนาดความยาวและมีคลื่น ความถี่ที่แตกต่างกันไป เครื่องมือดังกล่าวจะปล่อยคลื่นเสียงความถี่สูงออกมาในตัวพาซึ่งในที่นี้คือ น้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ กระบวนการดังกล่าวจะทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟองก๊าซซึ่งเกิดการหดตัวและขยายตัวเป็นวัฏจักร เมื่อฟองก๊าซขยายตัวจะดึงสารที่อยู่ภายในวัสดุออกมาละลายในตัวทำละลาย และในขณะที่ฟองก๊าซแตกออกจะเกิดความดันและความร้อนอย่างมากในบริเวณนั้นซึ่งจะมีผลทำให้เนื้อเยื่อของ วัสดุฉีกขาด ด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้น้ำมันที่ต้องการสกัดละลายในตัวทำละลายได้ดีขึ้น การสกัดด้วยวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพดีหรือไม่ขึ้นกับปัจจัยหลายประการได้แก่ ความถี่ของคลื่นเสียงที่ใช้ถ้าใช้ความถี่สูงจะใช้เวลาสั้นในการสกัด สมบัติที่แตกต่างกันของตัวทำละลาย ได้แก่ ความดันไอตัวทำละลายที่มีความดันไอสูงสามารถสกัดได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีความดันไอต่ำ การสกัดเกิดได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิสูง และความเข้มของคลื่นเสียงที่ใช้ (ดวงกมล เรือนงาม, 2557)

2.3 น้ำมันงาม้อน

น้ำมันเมล็ดงาม้อนหรือที่รู้จักกันในชื่อ Perilla seed oil เป็นส่วนที่สกัดออกมาได้จากเมล็ดของงาม้อน ซึ่งมีปริมาณน้ำมันที่สกัดออกมาได้ร้อยละ 36.27 (Li และคณะ, 2015) น้ำมันงาม้อนอุดมไปด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหลายชนิด ซึ่งมีสารที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยในการย่อยอาหาร ลดอาการของโรคซึมเศร้า ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคอัลไซเมอร์ และลดโอกาสเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

นอกจากนั้นน้ำมันงาม้อนยังประกอบไปด้วยสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ซึ่งจะช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของร่างกายได้ น้ำมันงาม้อนที่ได้มีสีเหลืองเข้ม ใส มีกลิ่นหอม ดังแสดงในภาพที่ 2.4 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันงาม้อน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (Li และคณะ, 2015)

ภาพที่ 2.4 น้ำมันงาม้อนที่สกัดออกมาจากเมล็ดงาม้อน
ที่มา: นภา เฟื่องฟูลอย,2559 (ถ่ายภาพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำมันงาม้อน

Properties	Value
Moisture and volatile (%)	0.06±0.03
Refractive index	1.482±0.002
Acid value (mg/g)	0.773±0.05
Iodine value (g/100g oil)	176.688±0.35
Saponification (mg KOH/g oil)	206.716±0.45
Unsaponifiable matter (%)	0.6±0.12
Peroxide value (meq.O_2 /kg oil)	1.709±0.15
Phytosterol (mg/kg)	
Stigmasterol	105.25±3
β-Sitosterol	3186.12±1.2
Campesterol	186.58±1.2
Tocopherol (mg/kg)	
alfa-Tocopherol	33.52±0.002
gramma-Tocopherol	453.88±0.001
sigma-Tocopherol	10.85±0.001
Physical state at room temperature	Liquid

ที่มา : Li และคณะ, 2015

2.4 สมบัติของน้ำมัน

2.4.1 ค่าซาพอนนิฟิเคชัน (Saponification number)

ค่าซาพอนนิฟิเคชัน (Saponification number, S.N. หรือ saponification value, S.V.) คือ จำนวนมิลลิกรัมของด่าง เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ในไขมันหรือน้ำมัน (เรียกว่าปฏิกิริยา sponification) อย่างสมบูรณ์จำนวน 1 กรัม ได้เป็นสบู่ซึ่งเป็นเกลือของกรดไขมัน (fatty acid) สามโมเลกุลและกลีเซอรอล หรือปริมาณกรัมของด่าง (NaOH หรือ KOH) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับไขมัน ชนิดต่าง ๆ 1 กรัม ค่าซาพอนนิฟิเคชัน (Saponification number) ใช้เป็นตัวบ่งชี้ขนาดของโมเลกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือน้ำหนักของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลในไขมันหรือน้ำมัน ไขมันหรือน้ำมันที่มีค่าซาพอนนิฟิเคชันสูง แสดงว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลต่อหน่อยน้ำหนักเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องใช้ด่างเป็นจำนวนมากในการไฮโดรไลซิส ทำนองเดียวกันถ้าค่าซาพอนนิฟิเคชันต่ำแสดงว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลมีน้ำหนักโมเลกุลสูง จึงจำนวนโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอ-รอลต่อหน่อยน้ำหนักเป็นจำนวนมาก ทำให้ใช้ด่างน้อยในการทำปฏิกิริยา

2.4.2 ค่าไอโอดีน (Iodine number)

ค่าไอโอดีน (Iodine number, I.N. หรือ Iodine value, I.V.) เป็นการวิเคราะห์เพื่อชี้บ่งพันธะคู่ในโมเลกุลขอลกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่ผสมรวมกันอยู่ในไขมันหรอน้ำมันตัวอย่าง ค่าไอโอดีนของกรดไขมันหรือน้ำมันใดๆ คือ จำนวนกรัมของไอโอดีนที่ถูกดูดซึม (absorb) โดยไขมันหรือน้ำมันจำนวน 100 กรัม กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอ-รอลจะทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนที่มาเกินพอ ไอโอดีนจะถูกดูดซึมเข้าไปที่ตำแหน่งพันธะคู่ ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในที่มืดไม่มีแสง ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มาก ไอโอดีนจะถูกดูดซึมมากหลังจากนั้นหาปริมาณของไอโอดีนที่เหลือ เพื่อคำนวณหาปริมาณของไอโอดีนที่ถูกดูดซึมไป ดังนั้นค่าไอโอดีนจึงเป็นตัวชี้บ่งระดับความไม่อิ่มตัว (degree of unsaturation) ของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่รวมกันเป็นไขมันและน้ำมัน ถ้าค่าไอโอดีนสูง แสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบมากและจะเกิดการหืนชนิด oxidative rancidity ได้ง่ายด้วย นอกจากนี้น้ำมันที่มีค่าไอโอดีนสูงซึ่งแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นปริมาณมากนั้นยังเป็นตัวชี้บ่งคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันชนิดนั้นด้วย น้ำมันที่มีค่าไอโอดีนสูง ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย

2.4.3 ความหนืด (Viscosity)

ความหนืดของไขมันและน้ำมันเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบระบบการขนส่งถ่ายไขมันและน้ำมัน ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนของคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรเอซิลกลีเซอรอลเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลงเมื่อจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิของไขมันและน้ำมันเพิ่มขึ้น

2.4.4 สี (Color)

สีเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันได้ น้ำมันแต่ละชนิดจะมีสีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารสีที่ปะปนอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการสกัดน้ำมันและ วิธีการกำจัดสี โดยการฟอกสีน้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันสีเหลืองเข้ม

2.4.5 ค่าความเป็นกรด (Acid value)

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้น ค่าที่ได้เรียกว่า Acid value (A.V.) ค่า A.V. ของกรดไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนมิลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน จำนวน 1 กรัม เป็นกลางพอดี ดังนั้นจึงใช้ค่า A.V. ชี้บ่งภาวะหรือระดับการหืนของไขมันและน้ำมัน ถ้าค่า A.V. สูงแสดงว่าไตรเอซิลกลีเซอรอลถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่าเกิดการหืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากเนื่องจาก hydrolytic rancidity มาก วิธีชะลอการเกิดไฮโดรไลซิสของไขมันและน้ำมันทำได้โดยเก็บรักษาไขมันและน้ำมันไว้ที่อุณหภูมิต่ำหรือในตู้เย็น ทำให้ปราศจากน้ำและจุลินทรีย์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Silva และคณะ (2010) ศึกษาลักษณะน้ำมันเมล็ดมะรุมเพื่อนำไปผลิตไบโอดีเซล ทำการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนจากเมล็ดมะรุมแห้งโดยสกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง น้ำมันที่สกัดได้วัดค่าความเป็นกรดได้ร้อยละ 4 (ร้อยละกรดโอเลอิก) มีค่าความหนาแน่นมีค่าเท่ากับ 912 กก./ลบ.ม. (วัดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ซึ่งการศึกษานี้พบปริมาณกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเมล็ดมะรุมเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวโดยส่วนใหญ่ และเป็นกรดโอเลอิกร้อยละ 78

Samaram และคณะ (2014) ประเมินความเหมาะสมของการสกัดแบบ ultrasound-assisted เมื่อเทียบกับวิธีการที่แตกต่างกัน ได้แก่ Soxhlet extraction (SXE) and solvent extraction (SE) สำหรับการสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอ ประสิทธิภาพของวิธีการสกัดที่แตกต่างกันได้รับการประเมินโดยการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีกายภาพและความคงตัวต่อออกซิเดชันของน้ำมันเมล็ดมะละกอ การวิเคราะห์หลักคือ ค่าไอโอดีน (IV), ค่าสเปอนิฟิเคชัน, สี, การตกผลึก, melting behavior, ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV), ค่า anisidine (AV) และค่า TOTOX (TV) ผลการวิจัยพบว่าวิธีการสกัดแบบ ultrasound-assisted มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันสกัดเมล็ดมะละกอ ในการศึกษานี้การสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอแบบ ultrasound-assisted พบว่าได้น้ำมันที่มีสีอ่อนอ่อน, มีค่า unsaponifiable matterต่ำ และมีความคงตัวต่อออกซิเดชันที่สูงอย่างมีนัยสำคัญ

Li และคณะ (2015) ได้นำ RSM มาใช้วิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมของการสกัดน้ำจากเมล็ดงาม้อนโดยการใช้วิธีการสกัดแบบ Ultrasound Assisted Extraction เพื่อศึกษาผลของสภาวะการสกัดน้ำมัน คือ อุณหภูมิ , เวลา และ สัดส่วนของของเหลวต่อของแข็ง พบว่าสภาวะที่ดีที่สุด คือ ที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส เวลา 17 นาที และสัดส่วนของของเหลวต่อของแข็ง 7:1 ภายใต้สภาวะดังกล่าวจะได้น้ำมันจากเมล็ดงาม้อนออกมาร้อยละ 36.27 น้ำมันงาม้อนถูกที่สกัดได้มีค่า iodineสูง และมีค่าความเป็นกรด และค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำแสดงให้เห็นว่าน้ำมันที่ได้จากเมล็ดงาม้อนมีคุณภาพดี สามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันบริโภคได้ และยังเก็บไว้ได้ระยะเวลานานโดยไม่เสื่อมเสียอีกด้วย

Rombaut และคณะ (2015) ศึกษาน้ำมันเมล็ดองุ่นจากการบีบอัดด้วยสกรู ตัวแปรในกระบวนการผลิต ได้แก่ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวของเมล็ดองุ่น, อุณหภูมิ (90 และ 120°C), ความเร็วสกรูในการหมุน (40 และ 70 รอบต่อนาที) และขนาดช่องคายกาก (10 และ 15 มิลลิเมตร) พบว่าชนิดของเมล็ดองุ่นเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการตอบสนองต่อการศึกษา ความเร็วในการหมุนของสกรูและขนาดช่องคายกากส่งผลกระทบต่อผลผลิตของน้ำมัน สังเกตได้ว่าเมล็ดองุ่นที่ปลูกจนถึงระยะเวลาการเกี่ยว 41 สัปดาห์ ให้ผลผลิตของน้ำมันสูงสุดร้อยละ 64.3 รวมทั้งยังมี Total oil polyphenol สูง 121 mg GAE/kg ของน้ำมัน และเมล็ดองุ่นที่ปลูกจนถึงระยะเวลาการเกี่ยว 38 สัปดาห์ และ 40 สัปดาห์ ให้ผลผลิตของน้ำมันสูง ร้อยละ 57.3 และ ร้อยละ 58.8% ตามลำดับและ Total oil polyphenol ของทั้งสองชนิดมีค่าต่ำกว่า 90 mg GAE/kg ของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Silva และคณะ (2015) ได้ทำการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยศึกษา 2 ปัจจัย ปัจจัยละ 2 ระดับ จุดกึ่งกลาง 3 ระดับ โดยศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและความดันที่ใช้ในการสกัดน้ำมันงาม้อน ด้วยวิธีบีบอัดที่ความดันสูงด้วย n-propane และเปรียบเทียบกับวิธีการสกัด Soxhlet การสกัดถูกดำเนินการโดยใช้อุณหภูมิ 40-80 °C และ ความดัน 8-16 MPa ใช้อัตราการไหลของ n-propane 1 cm^3 ซึ่งในทุกสภาวะการสกัดโดยใช้การบีบอัดที่ความดันสูงด้วย n-propane ให้ผลที่ดีเหมือนกันกับวิธีการสกัดแบบ Soxhlet แต่อย่างไรก็ตามวิธีการสกัดแบบ Soxhlet ให้ผลของน้ำมันออกมามากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

งาม้อน จากจังหวัดน่าน เก็บเกี่ยวเดือน พฤศจิกายน 2558

3.1.2 สารเคมี

n-Hexane, Ethyl alcohol 95%, Glacial Acetic acid
Starch, Trolox, Hydrochloric acid
Glacial acetic acid, TPTZ, Sodium acetate trihydrate
DPPH, ABTS, Potassium persulphate
Potassium iodine, Chloroform, Sodium hydroxide
กรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4), กรดบอริก, อะซีโตน
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, เมทานอล

3.2 อุปกรณ์

ตู้ไล่ความชื้นปกติ, เครื่อง Moulinex,
เครื่อง Ultrasound assisted, เครื่องกรองสูญญากาศ
ถ้วยอะลูมิเนียม, บีกเกอร์, เครื่องระเหยแบบหมุน
เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง, เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง
cuvette glass, flask, parafine, กระเบื้อง(crucible)
vortex mixter, Thermometer, Hotplate
Micro-pipettors และ tips, โถสำหรับดูดความชื้น (Desiccator)
เครื่องวัดสี Hunter Lab, เตาเผา (Muffle furnance)
หลอดทดลอง, บิวเรต, ช้อนตักสาร, ขวดสีชา
ขวดวัดปริมาตร, กรวยกรอง, กระดาษกรอง
แท่งแก้วคนสาร, ถ้วยอลูมิเนียม, ที่คีบ,
กระบองตวง

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างงาม้อนและการเตรียมตัวอย่างงาม้อน

3.3.1.1 นำตัวอย่างงาม้อนจากจังหวัดน่านวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น (AOAC, 2010) , โปรตีน (AOAC, 2011), ไขมัน (AOAC, 2011), เถ้า (AOAC, 2011), เยื่อใย (AOAC, 2011) และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2011)

3.3.1.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อการสกัด นำงาม้อนไปอบที่อุณหภูมิ 55°C จนกระทั่งมีความชื้น 5-7% นำตัวอย่างไปบดหยาบด้วยเครื่องบด Moulinex แล้วนำไปร่อนผ่าน sieve ขนาด 1.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วิธีการสกัด

นำงาม้อนที่เตรียมจากข้อ 8.4.1 มาทำการสกัดน้ำมันด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่

3.3.2.1 สกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย n-Hexane

นำงาม้อนที่ผ่านการอบและบดหยาบแล้ว มาแช่ในสารละลาย n-hexane ในอัตราส่วนของเมล็ดงาม้อนต่อสารละลาย 1:3, 1:5 และ 1:7 w/w ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองเพื่อแยกน้ำมันออกจากกากงาม้อน แล้วนำไประเหยตัวทำละลาย n-Hexane โดยใช้ Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระเหยจนกว่าตัวทำละลายหมด

3.3.2.2 สกัดด้วยการเขย่าตัวทำละลาย n-Hexane

นำงาม้อนที่ผ่านการอบและบดหยาบแล้ว มาเขย่าในสารละลาย n-hexane ในอัตราส่วนของเมล็ดงาม้อนต่อสารละลาย 1:3, 1:5 และ 1:7 w/w ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองเพื่อแยกน้ำมันออกจากกากงาม้อน แล้วนำไประเหยตัวทำละลาย n-Hexane โดยใช้ Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระเหยจนกว่าตัวทำละลายหมด

3.3.2.3 สกัดด้วย Ultrasound assisted solvent

นำงาม้อนที่ผ่านการอบและบดหยาบแล้ว มาทำการสกัดด้วย ultrasonic bath โดยใช้อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที ในสัดส่วนของเมล็ดงาม้อนต่อสารละลาย 1:3, 1:5 และ 1:7 w/w นำมากรองเพื่อแยกน้ำมันออกจากกากงาม้อน แล้วนำไประเหยตัวทำละลาย n-Hexane โดยใช้ Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระเหยจนกว่าตัวทำละลายหมด

3.3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำมันที่สกัดได้

3.3.3.1 ผลผลิตของน้ำมัน

3.3.3.2 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมัน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด (AOCS Cd 3d-63, 2009), ค่าเพอร์ออกไซด์ (AOCS Cd 8-53, 2009), ค่าสะปอนิฟิเคชัน (AOCS Cd 3-25, 2009) และค่าไอโอดีน (Wijs method AOCS Cd 1-25, 2009)

3.3.3.3 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมัน ได้แก่ สี (L*,a*,b*) โดยใช้ Hunter lab, ความหนืด (Brook field viscometer) และความชื้น (Moisture) โดยใช้ Hot air oven ที่อุณหภูมิ 130°C

3.3.3.4 Antioxidant activity โดยวิธี

3.3.3.4.1 DPPH free radical scavenging (Brand-williams et al., 1995)

3.3.3.4.2 ABTS free radical scavenging (Thaipong et al., 2006)

3.3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองข้อ 3.3.2.1และ3.3.2.2 เป็นการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT และวางแผนการทดลองข้อ 3.3.2.3 เป็นการวางแผนการทดลองแบบ Factorial 3x3 in CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของงาม้อน

ผลจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาม้อนจากจังหวัดน่านของประเทศไทย ได้นำเมล็ดงาม้อนมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต โดยจะแสดงผลในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของงาม้อน

องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)
ความชื้น	7.60±0.18
โปรตีน	19.24±0.63
ไขมัน	33.51±3.45
เถ้า	2.72±0.10
ใยอาหาร	31.48±2.08
คาร์โบไฮเดรต	5.45±0.48

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.1 พบว่าเมล็ดงาม้อนมีปริมาณความชื้นร้อยละ 7.60 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 19.24 ปริมาณไขมันร้อยละ 33.51 ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.72 ปริมาณใยอาหารร้อยละ 31.28 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.45

จากงานวิจัยของ Joshi และคณะ (2015) พบว่าเมล็ดงาม้อนมีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.90 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 18.12 ปริมาณไขมันร้อยละ 40.1 ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.03 ปริมาณใยอาหารร้อยละ 22.32 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 18.91

และจากงานวิจัยของ Silva และคณะ (2015) พบว่าเมล็ดงาม้อนมีปริมาณความชื้นร้อยละ 4.11 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 24.30 ปริมาณไขมันร้อยละ 40.06 ปริมาณเถ้าร้อยละ 4.48 ปริมาณใยอาหารร้อยละ 24.08 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.97

จากการทดลอง พบว่าปริมาณใยอาหารที่ได้จากการทดลองนั้นมีปริมาณสูงกว่าของการทดลองอื่นๆ อาจเนื่องจากสายพันธุ์ของเมล็ดงาม้อนนั้นแตกต่างกัน

4.2 ผลผลิตของน้ำมันที่ได้จากการสกัดที่แตกต่างกัน

ผลจากการศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันเมล็ดงาม้อนด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน 3 วิธี แสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ได้แก่ การสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย n-Hexane (Maceration), สกัดด้วยการเขย่าตัวทำละลาย n-Hexane (Shake) และสกัดด้วยการใช้อัลตราโซนิคในการช่วยสกัด (UAE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตของการสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลายและการเขย่าตัวทำละลาย n-hexane

	ปริมาณผลผลิต (%)		
	1:3	1:5	1:7
การแช่ (24 ชั่วโมง)	23.22 ± 0.20^{aA}	28.82 ± 0.54^{bA}	30.70 ± 0.94^{cA}
การเขย่า (8 ชั่วโมง)	24.18 ± 1.42^{aB}	27.29 ± 1.15^{bB}	30.27 ± 1.30^{cB}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลอง 3 ซ้ำ

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

$^{A-B}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณของตัวทำละลายที่เพิ่มขึ้นจาก 1:3 เป็น 1:5 และ 1:7 ทำให้ได้ผลผลิตของน้ำมันเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นเหมือนกันทั้ง 2 วิธี คือ การแช่ตัวทำละลายเพิ่มจากร้อยละ 23.22 เป็น 28.82 และ 30.70 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนการเขย่าตัวทำละลายเพิ่มจากร้อยละ 24.81 เป็น 27.29 และ 30.27 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ผลผลิตของน้ำมันที่สกัดได้ของทั้ง 2 วิธี ถึงแม้จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่ก็มีค่าของผลผลิตของน้ำมันที่สกัดได้ใกล้เคียงกันในอัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลายที่เท่ากัน จากการทดลองนี้การแช่และการเขย่าตัวทำละลายในอัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลาย 1:7 เป็นอัตราส่วนที่ได้ผลผลิตของน้ำมันร้อยละ 30.70 และ 30.27 ตามลำดับ จากปริมาณน้ำมันที่มีทั้งหมดในเมล็ดงาม้อนร้อยละ 33.51 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบตามข้อ 4.1 คิดเป็นน้ำมันที่สกัดได้ร้อยละ 91.61 และ 90.33 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด ตามลำดับ ถ้าต้องการสกัดน้ำมันให้ได้ปริมาณสูงถึงร้อยละ 95 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด อาจจะมีการเพิ่มเวลาในการแช่หรือเพิ่มเวลาในการเขย่าตัวทำละลายอาจจะช่วยให้สามารถเพิ่มผลผลิตของน้ำมันได้

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตของการสกัดด้วย Ultrasound assisted solvent โดยใช้ n-hexane

	ปริมาณผลผลิต (%)		
งาม้อน : เฮกเซน	10 นาที	20 นาที	30 นาที
1:3	20.15 ± 1.41^{aA}	20.87 ± 0.69^{aA}	22.24 ± 0.20^{bA}
1:5	21.77 ± 1.83^{aB}	23.01 ± 2.49^{aB}	24.31 ± 2.30^{bB}
1:7	23.05 ± 1.15^{aC}	24.19 ± 1.14^{aC}	27.37 ± 2.09^{bC}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลอง 3 ซ้ำ

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

$^{A-B}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณของตัวทำละลายที่เพิ่มขึ้นจาก 1:3, 1:5 และ 1:7 ทำให้ได้ผลผลิตของน้ำมันเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกันกับเวลาที่เพิ่มขึ้นจาก 10, 20 และ 30 นาที ทำให้ได้ผลผลิตของน้ำมันเพิ่มมากขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดลองพบว่าการสกัดด้วยการใช้อัลตราโซนิคในการช่วยสกัดน้ำมัน ในอัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลาย 1:7 และเวลาในการสกัด 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40°C ทำให้ได้ผลผลิตของน้ำมันมากที่สุดร้อยละ 27.37 จากปริมาณน้ำมันที่มีทั้งหมดในเมล็ดงาม้อนร้อยละ 33.51 คิดเป็นน้ำมันที่สกัดได้ร้อยละ 81.68 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด ถ้าต้องการสกัดน้ำมันให้ได้ปริมาณสูงถึงร้อยละ 95 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด อาจจะมีการเพิ่มเวลาหรืออาจจะเพิ่มอุณหภูมิในการสกัด อาจจะช่วยให้สามารถเพิ่มผลผลิตของน้ำมันได้ และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับเวลาต่อผลผลิตของน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.3 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดงาม้อน

ผลจากการศึกษาผลของลักษณะทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีที่แตกต่าง นำมาวิเคราะห์ลักษณะด้านกายภาพในด้านต่างๆ ได้แก่ ความหนืด, ความชื้น และสีของน้ำมัน โดยทำการทดสอบของน้ำมันที่ให้ผลผลิตของน้ำมันมากที่สุดในแต่ละวิธีการสกัดนั้น ได้แก่ Maceration (1:7), Shaking (1:7) และ UAE (1:7, 30min)

ตารางที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีแตกต่างกัน

		การแช่ (1:7)	การเขย่า (1:7)	อัลตราโซนิค (1:7,30min)
ความหนืด (cP)		28.1	31.91	28.8
ความชื้น (%)		0.071 ± 0.005^{c}	0.027 ± 0.001^{a}	0.049 ± 0.020^{b}
สี	L*	82.67 ± 0.01^{a}	83.29 ± 0.00^{c}	82.71 ± 0.01^{b}
	a*	12.74 ± 0.12^{c}	10.63 ± 0.01^{a}	11.57 ± 0.01^{b}
	b*	128.17 ± 0.08^{c}	126.08 ± 0.21^{b}	125.05 ± 0.12^{a}
	Hue angle	84.32	85.18	84.71

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลอง 3 ซ้ำ (viscosity 1 ซ้ำ)

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าความหนืดของน้ำมันงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ให้ค่าความหนืดที่ไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ ($p > 0.05$) อีกทั้งเมื่อเทียบกับค่าความหนืดของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดอกทานตะวัน ซึ่งมีค่าความหนืดเท่ากับ 57.2 และ 60.0 cP ตามลำดับ (http://www.vcharkarn.com/varlicle/40662) ซึ่งค่าความหนืดของน้ำมันเมล็ดงาม้อน มีค่าต่ำกว่าน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดอกทานตะวัน

ความชื้นของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีที่แตกต่างกันพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ ปริมาณความชื้นจากทุกวิธีมีค่าน้อยมากจนแทบจะไม่พบความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันของสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อนำค่าที่วัดได้ไปหาค่า Hue angle พบว่าการสกัดด้วยวิธี maceration , shake และ ultrasonic bath ได้ค่า Hue angle เท่ากับ 84.32 , 85.18 และ 84.71 องศา ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันของค่า Hue angle เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งหากมองด้วยสายตาของมนุษย์ก็แทบจะแยกความแตกต่างของสีไม่ได้ จึงถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน

4.4 ลักษณะทางเคมีของน้ำมันเมล็ดงาม้อน

ผลจากการศึกษาผลของลักษณะทางเคมีของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีที่แตกต่าง นำมาวิเคราะห์ลักษณะทางด้านเคมีของน้ำมัน ในด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าเพอร์ออกไซด์, ค่าความเป็นกรด, ค่าไอโอดีน และค่าสะปอนิฟิเคชันของน้ำมัน โดยทำการทดสอบของน้ำมันที่ให้ผลผลิตของน้ำมันมากที่สุดในแต่ละวิธีการสกัดนั้น ได้แก่ Maceration (1:7), Shaking (1:7) และ UAE (1:7, 30min)

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางเคมีของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีแตกต่างกัน

	การแช่ (1:7)	การเขย่า (1:7)	อัลตราโซนิค (1:7,30min)
ค่าเพอร์ออกไซด์ (meq/kg)	0.00	0.00	0.00
ค่าความเป็นกรด^{ns} (mgKOH/gm)	0.046±0.016	0.046±0.016	0.037±0.016
ค่าไอโอดีน^{ns} (gI_2/100g)	164.54±3.87	163.35±5.56	168.43±3.26
ค่าสะปอนิฟิเคชัน (mgKOH/g)	224.80±4.99^{ab}	233.95±0.00^{b}	219.26±1.89^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลอง 3 ซ้ำ

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.5 ค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำมันที่ได้จากการทดลองพบว่าวิธีการสกัดทั้ง 3 วิธี ได้ค่าเพอร์ออกไซด์ออกมาเท่ากับ 0.00 ทั้ง 3 วิธี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันที่สกัดออกมาได้นั้นเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบได้ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2558 และได้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ แล้วถึงจะนำมาสกัด ดังนั้นจึงสามารถรักษาคุณภาพของน้ำมันเอาไว้ได้

ค่าความเป็นกรดของน้ำมันที่ได้จากการสกัดที่แตกต่างกันทั้ง 3 วิธี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 205) พ.ศ. 2543 เรื่อง น้ำมันและไขมันได้ประกาศว่า น้ำมันและไขมันจะต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

1.น้ำมันและไขมันซึ่งทำโดยวิธีธรรมชาติจะมีค่าความเป็นกรดได้ไม่เกิน 4.0

2.น้ำมันและไขมันซึ่งผ่านกรรมวิธีจะมีค่าความเป็นกรดได้ไม่เกิน 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งน้ำมันที่สกัดได้จากทั้ง 3 วิธี มีค่าต่ำกว่าที่ประกาศจากกระทรวงสาธารณสุขทั้ง 3 วิธี จึงแสดงให้เห็นว่าน้ำมันที่สกัดออกมาได้นั้นเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี

ค่าไอโอดีนซึ่งเป็นค่าที่แสดงจำนวนพันธะคู่ของน้ำมัน ในที่นี้ค่าไอโอดีนของวิธีกรสกัดทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วเหลืองพบว่าค่าไอโอดีนอยู่ระหว่าง 124-139 $gI_2/100g$ และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน พบว่าค่าไอโอดีนอยู่ระหว่าง 118-141 $gI_2/100g$ (Bailey's industrial oil & fat product, 2005) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดงาม้อน แสดงว่าในน้ำมันงาม้อนมีจำนวนของพันธะคู่มากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันทานตะวัน ดังนั้นจึงความไม่อิ่มตัวมากกว่า

ค่าสะปอนิฟิชันเป็นค่าที่บ่งบอกถึงน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของน้ำมัน ซึ่งน้ำมันที่ได้จากการสกัดที่แตกต่างกัน 3 วิธี พบว่าการสกัดโดยการ shake และ ultrasonic bath มีความแตกต่างกัน แต่วิธีการสกัดแบบ maceration ไม่มีความแตกต่างกันกับทั้ง 2 วิธีที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ ซึ่งความแตกต่างของค่าสะปอนิฟิชันอาจเกิดเนื่องมาจากความแตกต่างของวิธีการสกัด เพราะแต่ละวิธีการสกัดจะใช้แรงในการนำน้ำมันออกจากเมล็ดต่างกัน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อน้ำมันหนักโมเลกุลของน้ำมันที่สกัดได้ในแต่ละวิธีแตกต่างกัน และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วเหลือง,น้ำมันงา และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน ก็พบว่าน้ำหนักโมเลกุลของน้ำมันงาม้อนมีค่ามากกว่าน้ำมันทั้ง 3 ชนิดที่ได้กล่าวมา เนื่องจากน้ำมันทั้ง 3 ชนิดที่นำมาเปรียบเทียบนั้นมีค่าสะปอนิฟิชันอยู่ในช่วง 188-195 , 187-195 และ 188-193 mgKOH/g ตามลำดับ (Manuel des corps gras, AFCEG, Paris 1992)

4.5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันเมล็ดงาม้อน

ผลจากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ของน้ำมันเมล็ดงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีที่แตกต่าง ได้นำมาหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2 วิธี ได้แก่ DPPH (DPPH scavenging activity) และ ABTS (ABTS scavenging activity)

ตารางที่ 4.6 การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันงาม้อนที่สกัดด้วยวิธีแตกต่างกัน

	การแช่ (1:7)	การเขย่า (1:7)	อัลตราโซนิค (1:7,30min)
DPPH^{ns} (mMTE/1g perilla oil)	7.62±1.21	8.92±0.72	8.3±0.25
ABTS^{ns} (mMTE/1g perilla oil)	1.27±0.22	1.77±0.21^{a}	1.45±0.20

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD จากการทดลอง 2 ซ้ำ

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตาราง 4.6 ค่าการต้านอนุมูลอิสระของวิธี DPPH และ ABTS ของน้ำมันงาม้อนที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่าค่าการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS มีแนวโน้มไปทางเดียวกันทั้ง 2 ค่า โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสกัดด้วยวิธี shake ให้ค่าการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือการสกัดด้วยวิธี ultrasonic bath และ maceration ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดเนื่องมาจากวิธีการสกัดแบบ shake และ ultrasonic bath มีแรงกลเข้ามากระทำในระหว่างการสกัดด้วย ซึ่งแรงกลนี้อาจจะเข้าไปช่วยทำให้สารต้านอนุมูลอิสระออกมาได้มากกว่าการสกัดโดยการแช่อย่างเดียวไม่มีแรงชนิดอื่นเข้ามากระทำควบคู่ไปด้วยในการสกัดน้ำมันออกมา จึงทำให้การสกัดด้วยวิธี maceration ได้ค่าการต้านอนุมูลอิสระออกมาน้อยกว่า วิธีการสกัดแบบ shake และ ultrasonic bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148857

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. อัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลายส่งผลต่อผลผลิตของน้ำมัน โดยการเพิ่มอัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลายจาก 1:3, 1:5 และ 1:7 พบว่าอัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลาย 1:7 ให้ผลผลิตสูงที่สุด โดยวิธีการแช่ให้ผลผลิตของน้ำมันสูงสุดร้อยละ 30.70 และวิธีการเขย่าตัวทำละลาย ชั่วโมง ให้ผลผลิตของน้ำมันสูงสุดร้อยละ 30.27

2. การสกัดด้วยวิธีการใช้อัลตราโซนิคช่วยสกัดในอัตราส่วนของของแข็งต่อตัวทำละลาย 1:7 และเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40 °C ให้ผลผลิตของน้ำมันสูงสุดร้อยละ 27.37

3. วิธีการสกัดที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำมันงาม้อนให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4. การสกัดด้วยวิธีการเขย่าตัวทำละลายและการใช้อัลตราโซนิคช่วยสกัดทำให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันสูงกว่าการแช่ตัวทำละลาย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 สภาวะที่เลือกในการสกัดด้วย ultrasonic bath ได้ผลผลิตของน้ำมันต่ำกว่าการแช่และเขย่าตัวทำละลาย การเพิ่มเวลาและอุณหภูมิจะช่วยให้ผลผลิตของน้ำมันเพิ่มขึ้นได้

5.2.2 วิธีการสกัดโดยการ maceration ควรจะกำหนดเวลาในการกวนผสมระหว่างเมล็ดงาม้อนและสารละลายให้แน่นอนว่าจะกวนทุกๆกี่ชั่วโมง อาจสามารถเพิ่มผลผลิตของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ดวงกมล เรือนงาม. 2557. การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง,* 23, 121-13

ธัญญา ธีรศาสตร์. 2549. น้ำมันงาเจียงเส้นทางใหม่สู่การแก้ปัญหาสุขภาพ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21: 55-58.

พรรณผกา รัตนโกศล. (2557). *งาม้อนพืชวิเศษสุดให้โอเมก้า 3 ทดแทนปลาทะเลน้ำลึก.* ค้นเมื่อ 21 พฤษภาคม 2559, จากจดหมายข่าวผลิใบก้าวใหม่การวิจัยและพัฒนาการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร.

วิทวัส นิ่มสกุล. 2555. ทัศนคติผู้บริโภคในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพงาขี้ม้อน. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตร. คณะบริหารธุรกิจ และคณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริวรรณ สุทธจิตต์. 2550. ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ศูนย์กลางความรู้

Joshi A., A. Sgarma, D.P. Pandey and R.K. Bachheti. 2015. Physico-chemical properties of Perilla frutescens seeds. *Der Pharma Chemica*. 7:35-41.

Li, H.-Z. , Z.-J. Zhang, T.-Y. Hou, X.-J. Li and T. Chen. 2015. Optimization of ultrasound-assisted hexane extraction of perilla oil using response surface methodology. *Industrial Crops and Products* .76: 18-24.

Makino T, Y.Furuta, H. Wakushima, H. Fujii, K. Saito, Y. Kano. 2003. Anti-allergic effect of Perilla frutescens and its active constituents. Phytother Res. 17:240-243

Rombaut, N., R. Savoire, B. Thomasset, J. Castello, E. V. Hecke and J.-L. Lanoiselle. 2015. Optimization of oil yield and oil total phenolic content during grape seed cold screw pressing. *Industrial Crops and Products*. 63: 26-33.

Samaram, S., H. Mirhosseini, C.P. Tan, H.M. Ghazali. 2014. Ultrasound-assisted extraction and solvent extraction of papaya seed oil: Crystallization and thermal behavior, saturation degree, color and oxidative stability. *Industrial Crops and Products*. 52: 702-708.

Silva, C.M. da., A.B. Zanqui, A.K. Gohara, A.H.P. da. Souza, L. Cardozo-Filho, J.V. Visentainer, L.U.R. Chiavelli, P.R.S. Bittencourt, E.A. da. Silva and M, Matsushita. 2015. Compressedn-propane extraction of lipid and bioactive compounds from Perilla (*Perilla frutescens*). *The Journal of Supercritical Fluids*. 102:1-8

Silva, J.P.V. da., T.M. Serra, M. Gossmann , C.R. Wolf, M.R. Meneghetti and S.M.P. Meneghetti. 2010. Moringa oleifera oil: Studies of characterization and biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*. 34:1527-1530.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Siriamornpun, S., Li, D. Yang, L.S. Suttajit and M. Suttajit. 2006. Varia of lipid and fatty acid compositions in Thai Perilla seed grown at different location. *Songlanakarin J. Science Technology*. 28:17-21.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของงาม้อน

ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2010)

การวิเคราะห์หาความชื้น เป็นวิธีการระเหยน้ำออกจากตัวอย่าง ปริมาณน้ำในอาหารจะหาได้จากน้ำหนักของอาหารเริ่มต้นลบน้ำหนักของอาหารแห้ง เนื่องจากจุดเดือดของน้ำในอาหารมีค่าต่ำกว่าองค์ประกอบหลักต่างๆในอาหาร

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ถ้วยอลูมิเนียม (aluminum can)
3. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
4. โถดูดความชื้น (desiccator)
5. ที่คีบ (Tong)

วิธีการทดลอง

1. นำถ้วยอะลูมิเนียมไปอบไล่ความชื้นที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น รอทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งจนได้น้ำหนักแน่นอน (4 ตำแหน่ง) (W)
2. ใส่ตัวอย่างอาหารที่บดแล้วลงในถ้วยอลูมิเนียม ให้น้ำหนักตัวอย่างอาหารที่บดแล้ว 3-5 กรัม บันทึกน้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมกับตัวอย่าง (น้ำหนักที่แน่นอน) (W_1)
3. นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยเปิดฝาถ้วยอลูมิเนียม
4. เมื่อครบเวลานำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้นก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก อบซ้ำอีกครั้ง ครั้งละครึ่งชั่วโมงจนน้ำหนักคงที่ หรือผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งต้องแตกต่างกันไม่เกิน 0.003-0.005 กรัม (W_2)
5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอาหาร จากสมการ

$$\text{ความชื้น(เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้}(W-W1) - \text{น้ำหนักอาหารแห้ง}(W-W2)}{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น}(W-W1)} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียม
W1 =น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมกับน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ
W2 =น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมกับน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

หมายเหตุ: เก็บตัวอย่างไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC,2011)

เถ้า (ash) คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ (inorganic) หรือส่วนที่เหลือจากการเผา ซึ่งได้แก่แร่ธาตุต่างๆ เมื่อนำตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จะถูกเผาไหม้หมดไป เหลืออยู่แต่ส่วนของสารอนินทรีย์ ค่าของเถ้าที่หาได้สามารถบอกถึงคุณภาพของอาหาร ถ้าค่าของเถ้าสูงมากกว่าปกติอาจจะมีการปลอมปน

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. เตาเผา (hot phat)
3. เตาเผาไฟฟ้า (muffle furnace)
4. ถ้วยสำหรับเผาเถ้า (crucible)
5. โถดูดความชื้น (desiccator)

วิธีการทดลอง

1. เผาถ้วยกระเบื้องที่แห้งและสะอาดในเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักละเอียด (4 ตำแหน่ง) บันทึก (W)
2. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 3-5 กรัม (4 ตำแหน่ง) ใส่ในถ้วยกระเบื้อง (W_1)
3. เผาตัวอย่างบนเตาไฟฟ้า (ทำในตู้ดูดควัน) จนหมดควัน
4. นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งตัวอย่างกลายเป็นเถ้าสีขาวหรือสีเทา
5. รอให้เตาเผาไฟฟ้าเย็นลง จึงคีบถ้วยกระเบื้องออกจากเตาเผาไฟฟ้า ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องหลังเผา (W_2)
6. คำนวณเปอร์เซ็นต์เถ้าของอาหาร จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{W2-W}{W1-W} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง
W1 =น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์
W2 =น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักเถ้าหลังเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC,2011)

โปรตีนเป็นโพลิเมอร์ของกรดอะมิโน เกิดจากกรดอะมิโนจับกันด้วยพันธะเป็ปไทด์ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนส่วนใหญ่อาศัยความเฉพาะเจาะจงของกรดอะมิโนหรือพันธะเป็ปไทด์ การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทำได้หลายวิธี แต่ในการทดลองนี้ใช้หลักการวิเคราะห์โปรตีนอาศัยการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในอาหาร โดยวิธีการที่นิยมเรียกว่าเจลดาห์ (kjeldahl method) เนื่องจากโปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. หลอดย่อยโปรตีน
3. อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์โปรตีน (kjeldahl apparatus)
4. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
5. ขวดชมพู่ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
6. Boiling chip

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. กรดบอริก 2 เปอร์เซ็นต์ เตรียมได้จากการละลายกรดบอริก 2 กรัมลงในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
1. 3.สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 1 นอมอล์ ปิเปต 37% กรดไฮโดรคลอริก 8.26มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32% เตรียมจากชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
4. ตัวเร่ง (catalyst)(เตรียมจาก 1:8 ของ $CuSO_4/K_2SO_4$)
5. สารละลายอินดิเคเตอร์
6. เตรียม 0.1% เมทธิลกรีนใน alcohol 95 เปอร์เซ็นต์
7. เตรียม 0.2% เมทธิลเรดใน alcohol 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีการทดลอง

1. การย่อย
   1.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5–5 กรัม (4 ตำแหน่ง) ถ้าเป็นของเหลว 10-30 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน พยายามอย่าให้ตัวอย่างเปื้อนข้างขวด (ปริมาณของตัวอย่างขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง ถ้าปริมาณโปรตีนน้อยให้ใช้ตัวอย่างมาก) เติมตัวเร่ง 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ใส่ boiling chip 2-3 ลูก (ปริมาณ ตัวเร่ง และกรดซัลฟูริกที่ใช้ขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องย่อยที่ใช้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 นำหลอดย่อยโปรตีนวางลงในแลค ก่อนนำไปประกอบเข้ากับเครื่องย่อย ปิดที่บังความร้อนและสวมที่ดูดควัน ที่ต่อเข้ากับชุดกำจัดไอกรด ก่อนเปิดสวิทช์

1.3 ตั้งอุณหภูมิที่ใช้ย่อย 380-400 องศาเซลเซียส (ถ้าตัวอย่างเป็นของเหลวหรือมีฟองขณะทำการย่อย อาจลดอุณหภูมิมาที่ 250 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที) ก่อนปรับไปที่อุณหภูมิที่ใช้ย่อย

1.4 ทำการย่อยจนได้สารละลายใสหรือสีฟ้าใส ซึ่งเวลาในการย่อยขึ้นอยู่กลับตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

1.5 ปิดสวิทช์ พร้อมยกแลคที่มีหลอดย่อยตัวอย่างขึ้นพัก รอให้สารละลายใสสีฟ้าเย็นลง ซึ่งในช่วงนี้ยังคงเปิดชุดกำจัดไอกรดไว้จนไม่มีไอกรด (สังเกตจากควันสีขาว) ก่อนนำไปต่อเข้าชุดกลั่น

2. การกลั่น

2.1 นำหลอดย่อยตัวอย่างต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน ตรวจเช็คความเรียบร้อยของระบบน้ำสำหรับหล่อเย็น ถังน้ำกลั่น ถังโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 เปอร์เซ็นต์ โดยสายยางต้องจุ่มลงในถังของน้ำกลั่นหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์

2.2 เติมกรดบอริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ใส่ขวดชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ทั้งสอง อย่างละ 1 หยดจะได้สารละลายสีชมพูม่วง วางขวดชมพู่ลงในชุดกลั่นเสียบท่อพลาสติกที่ต่อจากคอนเด็นเซอร์ลงกรดบอริค เพื่อดักจับแก๊สแอมโมเนียที่กลั่นออกมาได้

2.3 เปิดเครื่องเพื่อเติมน้ำกลั่นและโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดย่อย สารละลายในหลอดย่อยจะเปลี่ยนเป็นสีดำ

2.4 เปิดไอน้ำและตั้งเวลาในการกลั่น เวลาที่ใช้ในการกลั่นขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

3. การไตเตรท

3.1 นำขวดชมพู่ที่บรรจุสารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วซึ่งมีสีเขียว มาไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอ-ริกเข้มข้น 1 หรือ 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีชมพูม่วง บันทึกปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

4. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในอาหาร} = \frac{(A-B)\times N\times 14}{W\times 1000}\times 100$$

เมื่อ A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับ blank

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ (N)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

5. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนในตัวอย่าง

เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x 6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC,2011)

ไขมันเป็นองค์ประกอบหลักตัวหนึ่งของอาหาร เป็นสารอินทร์ที่ส่วนใหญ่ไม่สามารถละลายในน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ปิโตเลียมอีเทอร์ เฮกเซน คลอโรฟอรม์อิสระ ฟอสโฟลิปิด สเตรอล แคโรทินอยด์ วิตามินเอและอี ดังนั้นไขมันในอาหารจึงมีองค์ประกอบที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามไขมันในอาหารส่วนใหญ่ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์มากกว่าร้อยละ 95 ของไขมันทั้งหมด

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
2. ชุดสกัดซอกซ์เล็ต (soxhlet apparatus) พร้อมทิมเบิล (thimble) และบีกเกอร์
3. ตู้อบไฟฟ้า (hot air oven)
4. โถดูดความชื้น (desiccator)
5. ที่คีบ (tong)
6. Boiling chip

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีการทดลอง

1. อบบิกเกอร์ไขมันพร้อมกับ boiling chip ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด อบไล่ความชื้นแล้ว 5-10 กรัม (ปริมาณของตัวอย่างขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันในตัวอย่าง ถ้าปริมาณไขมันน้อยให้ใช้ตัวอย่างมาก) บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน (W) ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ในทิมเบิล
3. ตวงตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์จำนวน 140-180 มิลลิลิตร ใส่ในบิกเกอร์ไขมันต่อทิมเบิล ใส่ตัวอย่างและบิกเกอร์ไขมันเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน ทำการสกัดไขมันตามโปรแกรมของเครื่อง
4. เมื่อครบกำหนดเวลานำบิกเกอร์ไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 30 นาที เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก
5. นำบิกเกอร์ไขมันใส่ในโถดูดความชื้น เพื่อรอให้เย็น ก่อนนำบิกเกอร์ไขมันไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W_2)
6. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันในตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{W2-W1}{W} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง
W_1 = น้ำหนักของบิกเกอร์ไขมันก่อนสกัด
W_2 = น้ำหนักของบิกเกอร์ไขมันหลังสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (AOAC, 2011)

ใยอาหาร (crude fiber) คือ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยไม่ได้ประกอบด้วย เซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ hemi-cellulose และแร่ธาตุบางชนิด ตามปกติจะใช้เป็นตัววัดคุณค่าทางอาหารหลายชนิดเพราะใยอาหารย่อยยาก นอกจากนี้ปริมาณใยอาหารยังใช้ในการตรวจการปลอมปนในอาหาร

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องวิเคราะห์ใยอาหาร
3. ถ้วยชนิดทนไฟ
4. เตาเผาไฟฟ้า
5. ตู้อบลมร้อน
6. โถดูดความชื้น
7. ที่คีบ
8. กาต้มน้ำ
9. กาแก้ว
10. กรวยกรอง
11. กระบอกฉีดน้ำ
12. เตาไฟฟ้า

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.255 N (1.25%)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.313 N
3. n-Octanol
4. อะซีโตน (acetone)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่แห้งและสกัดไขมันออกแล้ว 1 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ในถ้วยชนิดทนความร้อน (ในกรณีตัวอย่างกรอกได้ยาก อาจมีการเติมสารช่วยกรองหรือซีไรท์ ประมาณ 1 กรัม ลงบนตัวอย่าง)
2. นำถ้วยชนิดทนไฟต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ใยอาหาร ในส่วนของ hot extraction unit ปิดล็อคให้แน่น
3. เปิดฝาด้านบนของเครื่อง เติมกรดซัลฟูริก 0.255 N ที่อุ่นๆจำนวน 150 มิลลิลิตร ลงในขวดย่อยของแต่ละตัวอย่าง
4. เติม n-Octanol ปริมาณ 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟองล้น ให้ความร้อนจนเดือด
5. ลดความร้อนลง และต้มต่อเป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กรองเอากรดออก โดยเลื่อนคันโยกไปที่ตำแหน่ง vacuum ถ้ากรองไม่ลงให้ใช้แรงดันที่ตำแหน่ง pressure ช่วย
7. ล้างกากด้วยน้ำกลั่นร้อนสามครั้ง ครั้งละประมาณ 30 มิลลิลิตร กรองจนแห้ง
8. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.313 N ที่อุ่นๆลงไป 150 มิลลิลิตร เติม n-Octanol ปริมาณ 2-3 หยด ให้ความร้อนจนเดือด
9. ทำซ้ำข้อ 5-7
10. ล้างกากด้วยอะซีโตน 25 มิลลิลิตร กรองจนแห้ง
11. นำถ้วยชนิดทนไฟ ไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นใน โถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน (W1)
12. นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่ใน โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน (W2)
13. คำนวณเปอร์เซ็นต์ใยอาหารของอาหาร จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของใยอาหาร} = \frac{W1-W2}{W} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง

W1 = น้ำหนักถ้วยชนิดทนไฟและกากหลังอบแห้ง (กรัม)

W2 = น้ำหนักถ้วยชนิดทนไฟและเถ้าหลังอบแห้ง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพโดยวิธีทางกายภาพ

ข.1 การวิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น DV-III

Brookfield Viscometer เป็นมาตรฐานความหนืด (viscometer) ประเภท rotational viscometer ที่ใช้ความหนืด (viscosity) ของของเหลว มีหน่วยเป็นเซ็นติพอยส์ (centipoise) นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร ตัวเครื่องประกอบด้วย แท่งโลหะทรงกระบอก (Spindle) จะหมุนอยู่ในของเหลวที่ต้องการวัด โลหะทรงกระบอกนี้หมุนได้โดยต่อกับมอเตอร์ การวัดความหนืดจะวัดแรงเสียดทานของของเหลวออกมาเป็นค่า Torque และนำมาคำนวณ โดยการคูณด้วยค่าคงที่ตามที่กำหนดมากับเครื่อง หรือสามารถอ่านค่าเป็น centipoise ได้โดยตรงจากเครื่อง

อุปกรณ์

1. Brookfield Viscometer รุ่น DV-III
2. ชุดการวิเคราะห์แบบ Small sample adapter
3. หัววัด (Spindle) เบอร์ 31

วิธีการทดลอง

1. เช็คระดับลูกน้ำ ปรับระดับลูกน้ำให้อยู่ที่จุดกึ่งกลางของกรอบ และใส่ guard
2. เปิดสวิทช์เครื่องด้านหลังตัวฐานของเครื่อง
3. กดปุ่มใดๆเครื่องจะทำการ Calibrate โดยอัตโนมัติ เมื่อการ Calibrate เสร็จสิ้น หน้าจอจะขึ้นข้อความว่าให้ใส่หัววัดได้ จึงใส่หัววัดที่จะใช้วัด หัววัดความหนืดมี 7 ขนาด หัววัดหมายเลข 1 จะวัดความหนืดในช่วงความข้นต่ำ หัววัดหมายเลขสูงขึ้นจะวัดความหนืดในช่วงที่สูงขึ้น
4. การวัดความข้นหนืดต้องเลือกหัววัดและความเร็วรอบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์
5. ปิเปตตัวอย่างน้ำมันงาม้อน 8 มิลลิลิตร ใส่ใน chamber ซึ่งติดตั้งเข้ากับชุด small sample adapter และควบคุมการวัดที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส
6. ใส่หัววัดที่เบอร์ 31 และจุ่มหัววัดลงในตัวอย่างจนถึงขีดที่กำหนดในแกนหัววัด
7. กด select spindle เพื่อเลือกขนาดของหัววัด และกด select spindle อีกครั้งเพื่อตอบตกลง
8. เลือกความเร็วรอบ โดยพิจารณาความเร็วรอบจากค่าทอร์ก (torque) ที่เข้าใกล้100 หลังจากนั้นอ่านค่าความหนืดของตัวอย่างเป็นเซ็นติพอยส์ (cP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 การวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE

เครื่องวัดสีทำงานโดยใช้หลักการของ Spectrophotometry ดังนี้ ให้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงภายในตัวเครื่อง ตกกระทบบนพื้นของวัตถุ อนุภาคสีบนผิวของวัสดุจะดูดกลืนแสงบางช่วงคลื่นไว้ และจะสะท้อนแสงบางช่วงคลื่นออกมาและจะถูกบันทึกโดยชุดรับสัญญาณ (spectrometer) และนำข้อมูลมาประมวลผลตามการตอบสนองของตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน คำนวณค่าสีออกมาเป็นตัวเลขระบบ CIE (Commission International de I' Eclairage)

อุปกรณ์

1. Hunter Lab รุ่น Color Quest XE
2. ชุด calibration

วิธีการทดลอง

1. เสียบปลั๊กแล้วเปิดเครื่องวัดสี พร้อมทั้งเปิดคอมพิวเตอร์
2. เข้า Windows เลือก Double Click ที่ Icon Universe
3. เมื่อเข้าโปรแกรม Universal สิ่งที่ต้องทำตอนแรกคือ ทำ STANDADIZE
4. ใช้ Mouse Click ที่ Menu Bar STANDADIZE
5. การเลือกค่าในการทำ STANDADIZE MODE มีให้เลือกอยู่ 4 ค่า
   5.1 RSIN สำหรับการวัดแบบ Reflectance วัดสีโดยไม่รวมลักษณะพื้นผิว
   5.2 RSEX สำหรับการวัดแบบ Reflectance วัดสีโดยรวมลักษณะพื้นผิว
   5.3 TTRAN สำหรับการวัดแบบ Transmittance รวม regular + diffuse (นิยม ใช้)
   5.4 RTRAN สำหรับการวัดแบบ Transmittance วัดเฉพาะค่า regular ไม่รวมค่า diffuse(ตัวอย่างใสมากๆ)
6. ทำการ Calibration เครื่องก่อนวัดครั้งแรกด้วยชุด Calibration โดยทำตามขั้นตอนที่โปรแกรมกำหนด
   6.1 นำแผ่นเทียบสีดำมาตรฐาน วางที่ transmission port กด OK เมื่อทำการ standardize สมบูรณ์แล้วนำแผ่นเทียบสีดำมาตรฐานออก
   6.2 นำแผ่นเทียบสีขาวมาตรฐาน วางที่ reflectance port กด OK เมื่อทำการ standardize สมบูรณ์แล้วนำแผ่นเทียบสีขามาตรฐานวางไว้ตลอดการวัดโดยไม่เอาออก
   6.3 นำ cell blank วางที่ transmission port
   6.4 ทำการกดอ่านค่า cell blank โดยค่า L*ที่วัดได้จะเท่ากับ 100 หรือใกล้เคียง 100 ค่า a* และค่า b* จะเท่ากับ 0 หรือใกล้เคียง 0
   6.5 จากนั้นเปลี่ยนจาก cell blank เป็นตัวอย่างน้ำมัน วัดค่าวีของน้ำมันในระบบ CIE L*a*b* โดยทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
   L* หมายถึง ค่าความสว่าง ที่มีอยู่ในช่วง 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว)
   a* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดง ถ้าเป็นบวก (+) และความเป็นสีเขียว (-)
   b* หมายถึง ค่าความเป็นสีหลือง ถ้าเป็นบวก (+) และความเป็นสีน้ำเงิน (-)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การวิเคราะห์ความชื้นในน้ำมัน (AOAC, 2011)

การวิเคราะห์หาความชื้น เป็นวิธีการระเหยน้ำออกจากตัวอย่าง ปริมาณน้ำในอาหารจะหาได้จากน้ำหนักของอาหารเริ่มต้นลบน้ำหนักของอาหารแห้ง เนื่องจากจุดเดือดของน้ำในอาหารมีค่าต่ำกว่าองค์ประกอบหลักต่างๆในอาหาร

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ถ้วยอลูมิเนียม (aluminum can)
3. ตู้อบลมร้อน(hot air oven)
4. โถดูดความชื้น(desiccator)
5. ที่คีบ(Tong)

วิธีการทดลอง

1. นำถ้วยอลูมิเนียมไปอบไล่ความชื้นที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น รอทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งจนได้น้ำหนักแน่นอน (4 ตำแหน่ง) (W)
2. ใส่ตัวอย่างน้ำมันลงในถ้วยอลูมิเนียม ให้น้ำหนักตัวอย่างน้ำมัน 2-3 กรัม บันทึกน้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมกับตัวอย่าง (น้ำหนักที่แน่นอน) (W_1)
3. นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยเปิดฝาถ้วยอลูมิเนียม
4. เมื่อครบเวลานำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้นก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก อบซ้ำอีกครั้ง ครั้งละครึ่งชั่วโมงจนน้ำหนักคงที่ หรือผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งต้องแตกต่างกันไม่เกิน 0.003-0.005 กรัม (W_2)
5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอาหาร จากสมการ

$$\text{ความชื้น(เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้}(W-W1) - \text{น้ำหนักอาหารแห้ง}(W-W2)}{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น}(W-W1)} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียม
W1 =น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมกับน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ
W2 =น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมกับน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพโดยวิธีทางเคมี

ค.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (AOCS Cd 3d-63, 2009)

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (Acid value) ของไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันจำนวน 1 กรัม เป็นกลาง ซึ่งนิยมเทียบเป็นร้อยละของ acid value ดังนั้นค่าความเป็นกรดจะเป็นตัวชี้บ่งบอกการหืนของไขมันและน้ำมัน ถ้าค่าความเป็นกรดสูงแสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่าเกิดการหืนมาก

สารเคมี

1. Potassium hydroxide solution เข้มข้น 0.02N
2. Isopropanol : toluene (1:1)
3. Phenolphthalein indicator 1.0%

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำมันงาม้อน 2 กรัม ใส่ใน flask 250 ml
2. เติม Isopropanol : toluene (1:1) 25 ml
3. หยด Phenolphthalein 3 หยด นำไปไตเตรทด้วย 0.02N KOH จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรท

วิธีการคำนวณ

$$\text{Acid value} = [(A-B) \times N \times 56.11] / W$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)
N = ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ไตเตรท
W = น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมัน (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 การวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (AOCS Cd 8-53, 2009)

ค่าเพอร์ออกไซด์(Peroxide value) คือ ปริมาณออกไซด์ที่มีอยู่ในน้ำมันและไขมัน หมายถึง จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรต ไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของน้ำมันและไขมันรวมทั้งอาหารที่มีไขมันสูง ถ้าเพอร์ออกไซด์สูงแสดงว่าไขมันหรือน้ำมันเกิด lipid oxidation มาก มีกลิ่นหืนมาก เกิดปฏิกิริยา oxidative rancidity มาก

สารเคมี

1. Sodium thiosulfate solution เข้มข้น 0.01N
2. Chloroform : acetic acid (3:2)
3. Potassium Iodide อิ่มตัว
4. น้ำแป้ง เข้มข้น 1%

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำมันงาม้อน 5 g ใส่ใน flask 250 ml
2. เติม Chloroform : acetic acid (3:2) 30 ml
3. ใส่ KI อิ่มตัว 3 หยด ลงใน flask เขย่าทันทีในที่มืดนาน 1 นาที
4. หยดน้ำแป้ง 3 หยด นำไปไทเทรตด้วย 0.01N $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรท

วิธีการคำนวณ

$$\text{Peroxide Value} = [A \times N \times 1000] / W$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
N = ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ไตเตรท
W = น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมัน (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.3 การวิเคราะห์ค่าไอโอดีน (Wijs method AOCS Cd 1-25, 2009)

ค่าไอโอดีน (Iodine value) คือ จำนวนกรัมของไอโอดีนที่เข้าไปทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันจำนวน 100 กรัม ค่าไอโอดีนเป็นตัวชี้บ่งว่าไขมันหรือน้ำมันมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลมากน้อยเพียงใด หรือ degree of unsaturation ของไขมัน ถ้าค่าไอโอดีนสูงแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบมาก และจะทำให้เกิดการหืนได้ง่ายด้วย

สารเคมี

1. สารละลาย WiJs
2. Sodium thiosulfate solution เข้มข้น 0.1N
3. Chloroform : acetic acid (7:3)
4. Potassium Iodide เข้มข้น 10%
5. น้ำแป้ง เข้มข้น 1%

วิธีการ

1. ชั่งน้ำมันงาม้อน 0.1 g ใส่ใน Iodine flask 500 ml
2. เติม Chloroform : acetic acid 20 ml
3. เติม สารละลาย WiJs 25 ml แล้วเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที
4. เติม KI 20 ml และเติมน้ำกลั่น 100 ml
5. หยด นำไปไทเทรตด้วย 0.1N $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีใส บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรท

วิธีการคำนวณ

$$\text{Iodine value} = [(B-A) \times N \times 12.69] / W$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)
N = ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ไตเตรท
W = น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมัน (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.4 การวิเคราะห์ค่าสะปอนิฟิเคชัน (AOCS CD 3-25,2009)

ค่าสะปอนิฟิเคชัน (Saponification value) หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของ KOH ที่ใช้ในการไฮโดรไลซ์ไขมันหรือน้ำมันอย่างสมบูรณ์ จำนวน 1 กรัม ได้เป็นสบู่และกลีเซอรอล นิยมหาค่าสะปอนิฟิเคชันของลิปิดโดยต้มลิปิดที่รู้น้ำหนักแน่นอนกับสารมาตรฐาน KOH ปริมาณเกินพอ หลังจากปฏิกิริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์แล้วหาปริมาณ KOH ที่เหลือ โดยนำไปไตเตรทกับกรด ซึ่งจะทำให้ทราบปริมาณ KOH ที่ใช้ไป

สารเคมี

1. Hydrochloric acid 0.5 N
2. Potassium hydroxide (KOH) 0.5N
3. Phenolphthalein indicator 1.0%

วิธีการ

1. ชั่งน้ำมันงาม้อน 4±0.01 กรัม ใส่ขวดก้นกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 50 มิลลิลิตร
3. ทำสารละลาย blank โดยทำเช่นเดียวกับวิธีดังกล่าว
4. นำขวดตัวอย่างน้ำมันต่อกับเครื่อง air condensers แล้วต้มน้ำมันจำเกิดการ saponnified อย่างสมบูรณ์ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที
5. นำจวดตัวอย่างน้ำมันออกทิ้งไว้ให้เย็น (ไม่เย็นจนเกินไป)
6. เติมฟีนอล์ทาลีน 2-3 หยด และไตเตรทด้วยสารละลายไฮโดรคลอริก 0.5 โมลาร์ จนสารละลายสีชมพูหายไป บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรท

วิธีการคำนวณ

$$\text{Saponification value} = [(B-A) \times N \times 56.1] / W$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)
N = ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ไตเตรท
W = น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมัน (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ง
การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ง.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH scavenging activity)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH scavenging activity) วิเคราะห์โดยใช้วิธีที่รายงานโดย Brand-williams และคณะ (1995) ซึ่งมีหลักการคือ สารละลายของอนุมูลอิสระ DPPH จะมีสีม่วงแดง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ที่ 515 นาโนเมตร ในกรณีตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้น้อย

สารเคมี

1. สารละลาย DPPH โดยชั่ง DPPH 0.012 กรัม ละลายในเมทานอล (methanol) ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร (DPPH stock solution)
2. เฮกเซน (Hexane)
3. เมทานอล (methanol)

วิเคราะห์ตัวอย่าง

1. นำ DPPH stock solution : methanol (10:45) (DPPH working solution)
2. ปิเปตสารละลาย DPPH working solution 5.7 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง
3. ปิเปตตัวอย่างน้ำมันและเฮกเซน โดยปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดเป็น 0.3 มิลลิลิตร
4. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
5. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยใช้เฮกเซน (hexane) เป็น blank
6. คำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

การเตรียมกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน DPPH โดยชั่ง DPPH 0.012 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล (methanol) ให้ปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร นำ DPPH 10 มิลลิตร ไปผสมกับเมทนอล 45 มิลลิตร ได้เป็น DPPH working
2. เตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox โดยให้ความเข้มข้นโดยรวมในหลอดทดลองเป็น 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 200, 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 ไมโครโมลต่อลิตร โดยชั่งโทรรอกซ์ 0.025 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล (methanol) ให้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยปิเปิตมา 6, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 ไมโครลิตร ตามลำดับ
3. ปรับปริมาตรรวมด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 0.3 มิลลิลิตร
4. เติมสารละลาย DPPH working solution 5.7 มิลลิลิตร
5. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ในที่มืด
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยใช้เมทานอล (methanol) เป็น blank
7. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายในหน่อยไมโครโมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH

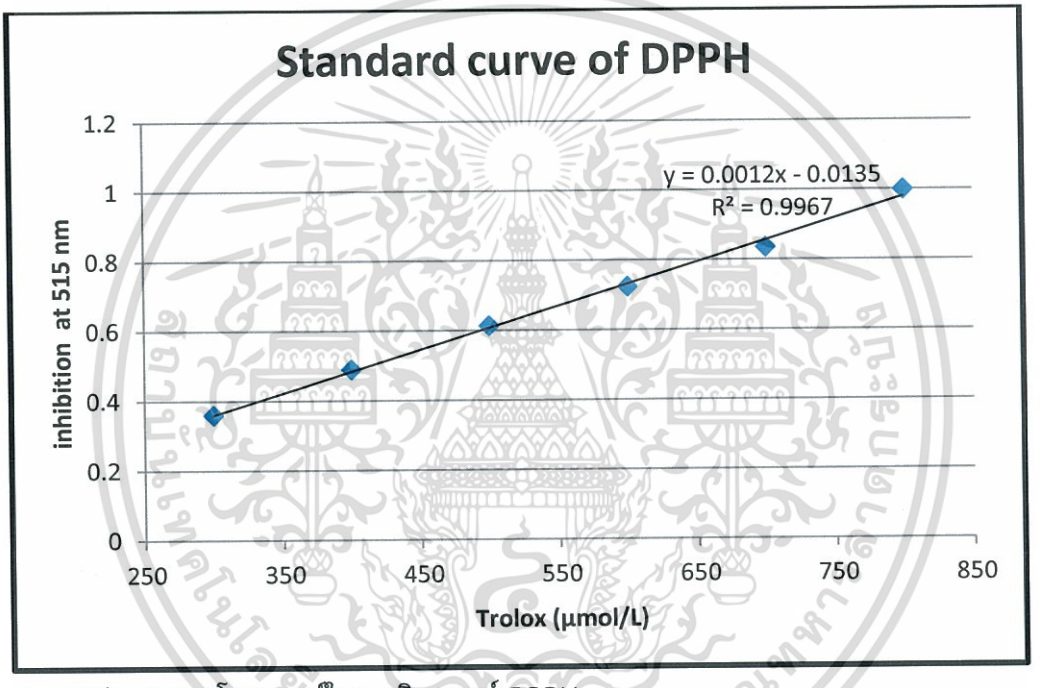
การคำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่าง สมมูลโทรลอกซ์ โดยคำนวณหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ดังสมการต่อไปนี้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH = $A_{control}$- A_{sample}

โดยที่ A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาของตัวอย่างน้ำมัน

$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม

ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ มาแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์ ดังภาพที่ ง.1



ภาพที่ ง.1 กราฟมาตรฐานโทรลอกซ์ในการวิเคราะห์ DPPH

$$y = 0.0012x - 0.0135 \ (R^2 = 0.9967)$$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมันตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร

x = ค่าความเข้มข้นของสารละลาย DPPH

c = จุดตัดแกน y

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย

ปริมาณตัวอย่างน้ำมันเมล็ดงาม้อน 0.05 มิลลิลิตร ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.7405 และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ของตัวอย่างควบคุม เท่ากับ 1.184 แทนค่าในสมการจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH = 1.184-0.7405

= 0.4435

แทนค่าในสมการกราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

0.4435 = 0.0012x-0.0135

x = 0.38 มิลลิกรัมสมมูลย์ของโทรลอกซ์/0.05มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

x = 7.62 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/1มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

2. การสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย

ปริมาณตัวอย่างน้ำมันเมล็ดงาม้อน 0.05 มิลลิลิตร ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.6625 และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ของตัวอย่างควบคุม เท่ากับ 1.184 แทนค่าในสมการจะได้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH = 1.184-0.6625

= 0.5215

แทนค่าในสมการกราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

0.5215 = 0.0012x-0.0135

x = 0.45 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/0.05มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

x = 8.92 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/1มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

3. การสกัดโดยใช้อัลตราโซนิคช่วยสกัด

ปริมาณตัวอย่างน้ำมันเมล็ดงาม้อน 0.05 มิลลิลิตร ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.6995 และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ของตัวอย่างควบคุม เท่ากับ 1.184 แทนค่าในสมการจะได้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH = 1.184-0.6995

= 0.4845

แทนค่าในสมการกราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

0.4845 = 0.0012x-0.0135

x = 0.42 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/0.05มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

x = 8.30 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/1มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS (ABTS scavenging activity)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS (ABTS scavenging activity) วิเคราะห์โดยใช้วิธีที่รายงานโดย Thaipong และคณะ (2006) ซึ่งมีหลักการคือ สารละลายของอนุมูลอิสระ ABTS จะมีสีเขียวอมฟ้า ซึ่งดูดกลืนแสงได้ที่ 734 นาโนเมตร ในกรณีตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้น้อย

สารเคมี

1. สารละลาย ABTS โดยชั่ง ABTS 0.0952 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 25 มิลลิลิตร
2. สารละลาย potassium persulphate โดยชั่ง potassium persulphate 0.0351 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 50 มิลลิลิตร
3. เมทานอล (methanol)
4. เฮกเซน (hexane)

วิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ผสม ABTS : potassium persulphate (1:1) ทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง (ABTS stock solution)
2. นำ ABTS stock solution : methanol (1:25) (ABTS working solution)
3. ปิเปตสารละลาย ABTS working solution 5.7 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง
4. ปิเปตตัวอย่างน้ำมันและเฮกเซน โดยปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดเป็น 0.3 มิลลิลิตร
5. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยใช้เฮกเซน (hexane) เป็น blank
7. คำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

การเตรียมกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์

1. สารละลาย ABTS โดยชั่ง ABTS 0.0952 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 25 มิลลิลิตร
2. สารละลาย potassium persulphate โดยชั่ง potassium persulphate 0.0351 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 50 มิลลิลิตร
3. ผสม ABTS : potassium persulphate (1:1) ทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง (ABTS stock solution)
4. นำ ABTS stock solution : methanol (1:25) (ABTS working solution)
5. เตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox โดยให้ความเข้มข้นโดยรวมในหลอดทดลองเป็น 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 200, 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 ไมโครโมลต่อลิตร โดยชั่งโทรอกซ์ 0.025 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล (methanol) ให้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยปิเปตมา 6, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 ไมโครลิตร ตามลำดับ
6. ปรับปริมาตรรวมด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 0.3 มิลลิลิตร
7. เติมสารละลาย ABTS working solution 5.7 มิลลิลิตร
8. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ในที่มืด
9. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยใช้เมทานอล (methanol) เป็น blank
10. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายในหน่อยไมโครโมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS

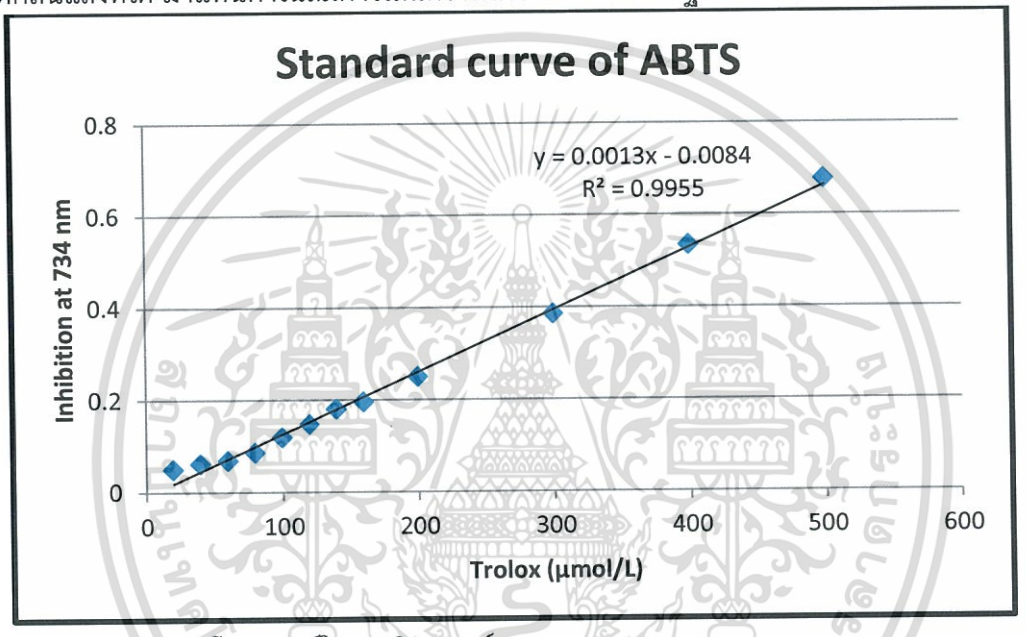
การคำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS ของตัวอย่าง สมมูลโทรลอกซ์ โดยคำนวณหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS ดังสมการต่อไปนี้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS = $A_{control}$- A_{sample}

โดยที่ A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาของตัวอย่างน้ำมัน

$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม

ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ มาแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์ ดังภาพที่ ง.2



ภาพที่ ง.2 กราฟมาตรฐานโทรลอกซ์ในการวิเคราะห์ ABTS

$y = 0.0013x-0.0084$ ($R^2 = 0.9955$)

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมันตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร

x = ค่าความเข้มข้นของสารละลาย ABTS

c = จุดตัดแกน y

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย

ปริมาณตัวอย่างน้ำมันเมล็ดงาม้อน 0.05 มิลลิลิตร ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.813 และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างควบคุม เท่ากับ 0.887 แทนค่าในสมการจะได้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS = 0.887-0.813

= 0.074

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสมการกราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

0.074 = 0.0013x-0.0084

x = 0.063 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/0.05มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

x = 1.268 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/1มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

2. การสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย

ปริมาณตัวอย่างน้ำมันเมล็ดงาม้อน 0.05 มิลลิลิตร ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.7805 และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างควบคุม เท่ากับ 0.887 แทนค่าในสมการจะได้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS = 0.887-0.7805

= 0.1065

แทนค่าในสมการกราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

0.1065 = 0.0013x-0.0084

x = 0.088 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/0.05มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

x = 1.767 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/1มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

3. การสกัดโดยใช้อัลตราโซนิคช่วยสกัด

ปริมาณตัวอย่างน้ำมันเมล็ดงาม้อน 0.05 มิลลิลิตร ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.801 และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ของตัวอย่างควบคุม เท่ากับ 0.887 แทนค่าในสมการจะได้

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS = 0.887-0.801

= 0.086

แทนค่าในสมการกราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

0.086 = 0.0013x-0.0084

x = 0.073 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/0.05มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

x = 1.452 มิลลิกรัมสมบูรณ์ของโทรลอกซ์/1มิลลิลิตรของน้ำมันตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นาสกุล	นภา เฟื่องฟูลอย
วัน เดือน ปี เกิด	26 กุมภาพันธ์ 2536
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประถมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียนเซนต์เทเรซา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรี-วิทยา๒ สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะ-อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2559
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท เพรซิเดนท์ เบเกอรี่ จำกัด (มหาชน)
และผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย นภา เฟื่องฟูลอย และปรียาภรณ์ ทวีรักษ์. **ผลของวิธีการสกัดต่อคุณสมบัติของน้ำมันงาม้อน.** ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นาสกุล	ปรียาภรณ์ ทวีรักษ์
วัน เดือน ปี เกิด	15 ธันวาคม 2536
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประถมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียนเทพอักษร สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย: โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะ-อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2559
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท เพรซิเดนท์ เบเกอรี่ จำกัด (มหาชน)
และผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย นภา เฟื่องฟูลอย และปรียาภรณ์ ทวีรักษ์. **ผลของวิธีการสกัดต่อคุณสมบัติของน้ำมันงาม้อน.** ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้