

การเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันของวิธีการสกัดแบบอัลตราโซนิกและการสกัดแบบแช่
สำหรับเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ

OIL YIELD COMPARISON OF ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION AND
IMMERSION EXTRACTION FOR GRAPE SEED AND PAPAYA SEED

กันยรัตน์ เย็นสุดใจ

พีรกานต์ แสงสว่าง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันของวิธีการสกัดแบบอัลตราโซนิกและการสกัดแบบแช่สำหรับ
เมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ

OIL YIELD COMPARISON OF ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION AND
IMMERSION EXTRACTION FOR GRAPE SEED AND PAPAYA SEED

จัดทำโดย

กันยารัตน์ เย็นสุดใจ รหัสนักศึกษา 59080135

พีรกานต์ แสงสว่าง รหัสนักศึกษา 59080167

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

(ดร. กิตติชัย บรรจง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

19 / มิถุนายน / 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันของวิธีการสกัดแบบอัลตราโซนิกและการสกัดแบบแช่สำหรับเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ
ชื่อนักศึกษา	กันยารัตน์ เย็นสุดใจ รหัสนักศึกษา 59080135 พีรกานต์ แสงสว่าง รหัสนักศึกษา 59080167
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นและน้ำมันเมล็ดมะละกอ ด้วยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูง และเปรียบเทียบผลผลิตกับวิธีการสกัดแบบแช่พบว่าสภาวะที่เหมาะสมของการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงสำหรับเมล็ดองุ่นคือที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ได้ผลผลิตน้ำมัน 12.27% และสำหรับเมล็ดมะละกอคือที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที ได้ผลผลิตน้ำมัน 22.80% เมื่อทดสอบอิทธิพลของคลื่นเสียงความถี่สูงในการช่วยสกัดน้ำมัน โดยทดลองเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันแบบคลื่นความถี่สูงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสกับการสกัดแบบแช่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสและการสกัดแบบคลื่นเสียงความถี่สูงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: น้ำมันเมล็ดองุ่น น้ำมันเมล็ดมะละกอ วิธีการสกัดโดยการแช่ วิธีการสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยสกัด

Special problem title	Oil yield comparison of ultrasound-assisted extraction and immersion extraction for grape seed and papaya seed
Student name	Kanyarat Yensudjai Student ID 59080135 Peerakarn Sangswang Student ID 59080167
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2020
Advisor	Dr. Kittichai Banjong

ABSTRACT

The objective of this research is to find the optimum conditions of ultrasound-assisted extraction(UAE) for grape seed and papaya seed. The UAE oil yield was also compared with immersion extraction (IME) under the same conditions. It was found that the optimum UAE condition was 70 degrees Celsius for 15 minutes for grape seed and 70 degrees Celsius for 24 minutes for papaya seed. The extracted grape seed oil yield was 12.27%and the papaya seed oil yield was 22.80%. To investigate the effect of UAE, the optimum UAE was compared with IME at 70 degrees Celsius and UAE at 40 degrees Celsius and the results indicated the significant effect of ultrasound in assisting grape and papaya seed oil extraction ($p \leq 0.05$).

Keywords: Grape seed oil, Papaya seed oil, Immersion extraction, Ultrasound-assisted extraction

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง การเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันของวิธีการสกัดแบบอัลตราโซนิกและการสกัดแบบแช่สำหรับเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ดร. กิตติชัย บรรจง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้จัดทำตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

รวมถึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่มอบความรู้และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา เพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผ่านไปด้วยดี หวังว่าปัญหาพิเศษเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากนัก

กันยารัตน์ เย็นสุดใจ

พริกานต์ แสงสว่าง

24 พฤษภาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 เนื้อหาค้นคว้าเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เมล็ดองุ่น.....	3
2.2 เมล็ดมะละกอ.....	3
2.3 คลื่นเสียงความถี่สูง.....	4
2.4 การสกัดน้ำมัน.....	6
2.5 การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง.....	7
2.6 น้ำมันเมล็ดองุ่น.....	10
2.7 น้ำมันเมล็ดมะละกอ.....	12
บทที่ 3 เนื้อหาหลัก.....	14
3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	14
3.2 อุปกรณ์.....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	14
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	17
4.1 การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ.....	17
4.2 การทวนสอบความเที่ยงตรงของสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ.....	21
4.3 เปรียบเทียบการสกัดน้ำมันด้วยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วย.....	22
ในการสกัดและวิธีการสกัดแบบแช่	
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	24
บรรณานุกรม.....	25
ภาคผนวก.....	28
ภาคผนวก ก.....	28
ภาคผนวก ข.....	32
ภาคผนวก ค.....	34
ประวัติผู้เขียน.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่	
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดมะละกอ.....	4
2.2 ความแปรปรวนของเสียงในสื่อต่างๆ.....	5
2.3 องค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดต่างๆ.....	11
2.4 ค่าไอโอดีน, ซาฟอนนิฟิเคชัน, สารที่สaponifyไม่ได้ และกรดไขมันอิสระใน น้ำมันเมล็ดมะละกอ	12
2.5 องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดมะละกอ.....	13
4.1 ผลของการสกัดน้ำมันจากเมล็ดต่งุ่นโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด.....	17
4.2 ผลของการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด.....	19
4.3 เปรียบเทียบร้อยละของน้ำมันทั้งหมดระหว่างการสกัดน้ำมันจากเมล็ดต่งุ่นและเมล็ดมะละกอ.....	21
4.4 เปรียบเทียบผลผลิตการสกัดน้ำมันเมล็ดต่งุ่นในแต่ละวิธีการ.....	22
4.5 ผลของวิธีการสกัดต่อปริมาณผลผลิตของการสกัดน้ำมันเมล็ดต่งุ่น.....	22
4.6 เปรียบเทียบผลผลิตการสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอในแต่ละวิธีการ.....	23
4.7 ผลของวิธีการสกัดต่อปริมาณผลผลิตของการสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอ.....	23
โดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

ภาพที่

2.1 การเกิดแรงขยายและแรงอัดจากควิเทชันของฟองอากาศ.....	7
2.2 การสกัดโดยใช้่างทำความสะอาดด้วยคลื่นเหนือเสียง.....	9
2.3 การสกัดโดยใช้อัลตราโซนิคโพรบ.....	9
4.1 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่น.....	18
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอ.....	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

องุ่นเป็นผลไม้ที่มีสารอาหารที่สำคัญคือ น้ำตาลและสารอาหารจำพวกกรดอินทรีย์ เช่น น้ำตาล กลูโคส น้ำตาลซูโครส วิตามินซี เหล็กและแคลเซียม องุ่นยังสามารถนำไปทำเป็นเหล้าองุ่นซึ่งเป็นเหล้าบำรุง ใช้เป็นยา การรับประทานองุ่นเป็นประจำมีส่วนช่วยในการบำรุงสมอง บำรุงหัวใจ แก้กระหาย ขับปัสสาวะ และบำรุงกำลัง คนที่ร่างกายผอมแห้ง แก่ก่อนวัยและไม่มีเรี่ยวแรง หากรับประทานองุ่นเป็นประจำจะสามารถช่วยเสริมทำให้ร่างกายแข็งแรงขึ้นได้ ส่วนเชื้อและราที่มีฤทธิ์ในการขับลม ขับปัสสาวะ รักษาโรค ไซซ้ออักเสบ ปวดเอ็นและปวดกระดูก อีกทั้งยังมีฤทธิ์ระงับประสาท แก้ปวดและแก้ไอเจ็บอกอีกด้วย จึงมีการนำองุ่นมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น น้ำองุ่น แยมองุ่น ลูกเกด เป็นต้น ในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีองุ่นเป็นวัตถุดิบมักมีเมล็ดองุ่นเป็นของเหลือจากการผลิต จากการศึกษาเมล็ดองุ่นพบว่าสารสกัดจากเมล็ดองุ่นมีคุณสมบัติประโยชน์เป็นอย่างมาก เช่น เป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและโรคมะเร็ง ช่วยบำรุงผิวพรรณ ช่วยลดกระบวนการสร้างเม็ดสีที่ผิดปกติอันเป็นสาเหตุของฝ้า กระ หรือจุดต่างดํา มะละกอบนเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีเมล็ดเหลือจากอุตสาหกรรมต่างๆ ในเมล็ดมะละกอบรรจุด้วยประโยชน์มากมาย เช่น เมล็ดมะละกอบีสารต้านแบคทีเรียและมีผลกับแบคทีเรียต่างๆ เช่น *E. coli*, *Salmonella* และ *Staphylococcus infections* เมล็ดมะละกอบีสามารถช่วยป้องกันอาการไตวายได้ เมล็ดมะละกอบีสามารถช่วยในการกำจัดพยาธิในลำไส้ได้ เมล็ดมะละกอบีช่วยล้างสารพิษในตับ มีคุณสมบัติในการต้าน หนองพยาธิและปรสิต ช่วยในการรักษาโรคผิวหนังและโรคไทฟอยด์ (วรพล, 2561) เราจึงสนใจที่จะศึกษาวิจัยของผลผลิต จากการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอบี เพื่อที่จะสามารถนำน้ำมันที่สกัดได้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้ เช่น อาหารเสริม เครื่องสำอางค์ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่น และเมล็ดมะละกอบีด้วยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันของวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัดกับวิธีการสกัดแบบแช่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอด้วยวิธีการสกัดแบบการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด (ultrasonic-assisted extraction; UAE) ต่อร้อยละของผลผลิตน้ำมัน และเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดแบบแช่ (immersion extraction; IME)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงสภาวะในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอด้วยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยสกัดที่มีต่อผลผลิตน้ำมันที่สกัดได้ และเปรียบเทียบกับผลของวิธีการสกัดแบบแช่เพื่อนำความรู้ไปใช้พัฒนากระบวนการสกัดน้ำมันโดยการใช้ความถี่สูงช่วยสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอและเมล็ดองุ่นต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมล็ดองุ่น

เมล็ดองุ่นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกากองุ่นซึ่งเป็นสารตกค้างในอุตสาหกรรมไวน์ ประมาณ 1,000-2,000 ตันของกากองุ่นผลิตจากโรงกลั่นไวน์ในหุบเขาโอคานากันของรัฐบริติชโคลัมเบียทุกปีผลพลอยได้นี้พร้อมกับบองุ่น การกำจัดกากของแข็งในเชิงเศรษฐกิจโดยอุตสาหกรรมไวน์และน้ำผลไม้ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ต้นปี 1970 การเพิ่มแนวโน้มการผลิตและโปรแกรมการลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเข้มงวดนำไปสู่การตรวจสอบศักยภาพในการฟื้นตัวของผลิตภัณฑ์จากเศษของแข็งเหล่านี้ (Kinsella, 1974; Rice, 1976 and Amerine et al., 1967) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่น่ากลับมาใช้ใหม่จากของเสียจากโรงกลั่นรวมถึงน้ำมันทาร์ทาร์น้ำมันเมล็ดองุ่นแทนนินอาหารสัตว์และปุ๋ยเมล็ดองุ่นเป็นส่วนที่สำคัญของเมล็ดแห้ง (38-52%) และอาจมีน้ำหนักรวม 3-5% ขององุ่น (Larrauri et al., 1996 and Kinsella, 1974) ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและสารอาหารรวมถึง โพรไซยานิดิน, สารประกอบฟีนอลิก, แทนนิน, โยอาอาหาร, น้ำมัน และสารป้องกันมะเร็งเคมิบอบัต (resveratrol) สามารถสกัดได้จากองุ่น (Bourzeix et al., 1986; Fuleki and Ricardo da Silva, 1997; Igartuburu et al., 1997; Mazza, 1995; Pezet and Cuenat, 1996; Girard and Mazza, 1998) ปริมาณน้ำมันของเมล็ดองุ่นอยู่ในช่วง 11 ถึง 22% ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่เติบโต (Miric et al., 1977; Rice, 1976 and Tarandzhiiska and Stamenov, 1989) ปริมาณไขมันในเมล็ดจากองุ่นแดงมีค่าสูงกว่าเมล็ดองุ่นขาว (Izzo and Muratore, 1993) พันธุ์องุ่นที่มีปริมาณน้ำตาลสูงได้รับการเชื่อมโยงกับปริมาณน้ำมันองุ่นสูง (Teodorescu et al., 1974) การประมวลผลคุณสมบัติขององค์ประกอบและการใช้น้ำมันเมล็ดองุ่นเป็นน้ำมันทอดโดย Kinsella (1974) ซึ่งแนะนำการรวมไว้ในอาหารที่มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวต่ำที่ออกแบบมาเพื่อลดคอเลสเตอรอลในเลือด น้ำมันเมล็ดองุ่นได้รับการขนานนามว่าเป็นน้ำมันเพื่อสุขภาพ ที่กินได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยภาวะหลอดเลือดแข็ง (atherosclerotic) (El-Zeany et al., 1982) มันถูกนำมาใช้มากขึ้นเป็นน้ำมันพิเศษ atraditional ในผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล, น้ำมันหอมระเหยและเวชสำอาง อุตสาหกรรมที่เติบโตอย่างรวดเร็วเป้าหมายของเราคือการเสนอการเปลี่ยนแปลงขององุ่น, องุ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนผสมทางเศรษฐกิจที่มีคุณค่าสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและไม่ใช่อาหาร การสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นการปรับปรุงและผลของกระบวนการเหล่านี้ต่อคุณภาพของน้ำมัน (Oomah et al., 1998)

2.2 เมล็ดมะละกอ

เมล็ดมะละกามีความเข้มข้นของไขมันสูง (29.16%) และโปรตีน (25.63%) มีไขมันรวมสูงพบในเมล็ดมะละกออาจพิจารณาทางเศรษฐกิจที่น่าสนใจสำหรับอุตสาหกรรมสกัดโดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพืชที่มีการใช้น้ำมัน เช่น ข้าวโพดและถั่วเหลืองซึ่งมีปริมาณไขมันอยู่ระหว่าง 3.1-5.7 และ 18-20% ตามลำดับ(O'Brien, 2004) ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ในสิ่งนี้การศึกษาผู้ที่ได้รับก่อนหน้าโดย Marfo และคณะ (1986) และ Puangsri และคณะ (2005)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดมะละกอ

Composition(%)	Determined values	Literature values			
		1	2	3	4
Moisture	6.2±0.1	7.2	nd	6.2	6.43
Oil	27.0±2.2	30.7	25.3	28.3	29.16
Protein	28.2±0.0	28.3	24.3	27.8	25.63
Fiber	21.8±0.5	19.1	17.0	22.6	nd
Ash	2.4±0.6	8.2	8.8	3.5	8.27
Carbohydrate	14.4±1.7	26.6	32.5	11.7	nd

ที่มา: Puangsri และคณะ (2005), Singh (1990), Marfo และคณะ (1986), Malacrida และคณะ (2011)

2.3 คลื่นเสียงความถี่สูง

อัลตราโซนิกหรืออัลตราซาวด์มาจากคำภาษาละตินว่า "อัลตรา" ซึ่งมีความหมายเกินกว่าและโซนิคหมายถึงเสียงเป็นคำที่ใช้อธิบายคลื่นเสียงที่สั้นสะเทือนเร็วกว่าหูมนุษย์สามารถตรวจจับได้คลื่นเสียงเดินทางเป็นทรงกลมกลวงเป็นศูนย์กลาง พื้นผิวของทรงกลมเป็นโมเลกุลของอากาศอัดและช่องว่างระหว่างทรงกลมนั้นคือการขยายตัวของโมเลกุลอากาศผ่านซึ่งคลื่นเสียงเดินทาง คลื่นเสียงเป็นชุดของการบีบอัดและการขยายในสื่อที่ล้อมรอบพวกเขา แม้ว่าเราจะคุ้นเคยกับการคิดของคลื่นเสียงเมื่อเดินทางผ่านอากาศ แต่ก็อาจแพร่กระจายผ่านสื่ออื่น ๆ ชื่อทางเทคนิคสำหรับการขยายตัวหนึ่งครั้งและการบีบอัดหนึ่งครั้งเป็นวัฏจักร ดังนั้นอัตราการสั้นสะเทือนที่ 50 รอบต่อวินาทีทำให้เกิดการขยายตัว 50 ครั้งและการบีบอัด 50 ครั้งต่อวินาที คำว่าความถี่กำหนดจำนวนรอบต่อหน่วยเวลาที่คลื่นเสียงสั้นสะเทือน หนึ่งรอบต่อวินาทีเรียกว่าเฮิร์ตซ์และเรียกว่าเฮิร์ตซ์อย่างย่อ หน่วยที่เป็นประโยชน์อื่น ๆ ของขนาดในอัลตราโซนิก (ultrasonics) เป็นกิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) ซึ่งหมายถึง 1,000 Hz; และเมกะเฮิร์ตซ์ (MHz) คิดเป็น 1,000,000 Hz หรือ 1,000 kHz คนส่วนใหญ่สามารถตรวจจับความถี่ของเสียงที่อยู่ระหว่าง 16 และ 16,000 Hz อัลตราโซนิก (ultrasonics) มาเพื่ออธิบายคลื่นเสียงที่มีความถี่มากกว่า 16,000 Hz หรือ 16 kHz แมลงบางชนิดสามารถผลิตอัลตราซาวด์ที่มีความถี่สูงถึง 40 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความแปรปรวนของเสียงในสื่อต่าง ๆ

Material	Velocity(ft/sec)
Sea water	5023
Distilled water	4908
Chloroform	3237
Dry air at 0°C	1086
Hydrogen at 0°C	4212
Brick	11.972
Clay rock	11.414
Cork	1640
Paraffin	4264
Tallow	1279
Polystyrene	3018
Fused silica	18.893
Aluminum	16.400
Gold	6658
Silver	8790
Concrete	12,000
Stainless steel	16,400

*All measurements at 25°C (room temperature) unless otherwise indicated.

ที่มา: Knight และ David (1980)

คลื่นเสียงที่ทำให้เกิดการบีบอัดและการขยายตัวของโมเลกุลในสื่อที่ล้อมรอบมันในขณะที่มันแพร่กระจายเรียกว่า คลื่นตามยาว ระยะทางจากการบีบอัดหนึ่งไปยังอีกเสียงหนึ่งเรียกว่า ความยาวคลื่นของคลื่นเสียง คลื่นเสียงที่มีความยาวคลื่นยาวผ่านวัตถุขนาดเล็กในลักษณะเดียวกับที่คลื่นมหาสมุทรผ่านวัตถุขนาดเล็ก ในทางกลับกันคลื่นเสียงที่มีความยาวคลื่นสั้นมีแนวโน้มที่จะกระจายหรือกระจายไปตามวัตถุที่เทียบเคียงกับขนาดความเร็วการแพร่กระจายของคลื่นเสียงได้มาจากการคูณความถี่ของคลื่นเสียงด้วยความยาวคลื่น ดังนั้นหากทราบความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่นเสียงในสื่อที่กำหนดให้สามารถคำนวณความเร็วได้ ความเร็วเสียงในวัสดุที่หลากหลายแสดงในตารางที่ 2.2

เนื่องจากคลื่นอัลตราโซนิกมีแนวโน้มที่จะมีความถี่สูงมาก ดังนั้นจึงเป็นไปตามที่พวกเขาที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก เป็นผลให้คลื่นอัลตราโซนิกสามารถเน้นในลำแสงแคบตรง อัลตราซาวด์ถูกนำมาใช้ในการผูกหรือจับเป็นก้อน, ของแข็งหรือของเหลวอนุภาคที่มีอยู่ในฝุ่นหมอกหรือควันเป็นก้อนขนาดใหญ่ เทคนิคนี้ใช้ในกระบวนการที่เรียกว่าการขัดด้วยอัลตราโซนิกโดยที่อนุภาคฝุ่นจะจับตัวเป็นก้อนในปล่องควันก่อนที่มันจะก่อให้เกิดมลพิษในชั้นบรรยากาศ การขัดด้วยใช้ในสนามบินเพื่อกระจายหมอกในความถี่อัลตราโซนิก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำจะลดลงเป็นสเปรย์ที่ดีโดยการสั่นสะเทือน หยดน้ำจะถูกผลักดันเข้าไปในห้องที่มีการผสมกับอากาศและหมอกของอากาศและน้ำจะออกจากความชื้นและเข้าไปในห้องเพื่อให้ความชื้น คลื่นอัลตราโซนิกสามารถใช้สลายก้อนไขมันในนมเพื่อให้ไขมันผสมกับนม (ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน) นอกจากนี้การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนยังเป็นการกำจัดแบคทีเรียและจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย ด้วยการแนบเครื่องบดกระแทกแบบอัลตราโซนิกเข้ากับเครื่องส่งสัญญาณแรงดันสูงแบบแม่เหล็กและใช้ของเหลวที่มีฤทธิ์กัดกร่อนทำให้สามารถเจาะรูรูพรองใดก็ได้ในวัสดุที่แข็งและเปราะ เช่น ทังสเตนคาร์ไบด์หรือหินมีค่า การตัดหรือเจาะที่เกิดขึ้นจริงนั้นกระทำโดยบ่อนวัสดุที่มีฤทธิ์กัดกร่อนซึ่งมักจะเป็นซิลิคอนคาร์ไบด์หรืออลูมิเนียมออกไซด์ไปยังพื้นที่ตัด ในการบัดกรีด้วยความถี่สูงจะใช้การสั่นสะเทือนความถี่สูง เพื่อผลิตพองอากาศขนาดเล็กในการบัดกรีที่หลอมเหลว กระบวนการนี้จะกำจัดออกไซด์ของโลหะออกจากข้อต่อหรือพื้นผิวเพื่อทำการบัดกรีและไม่จำเป็นต้องใช้ฟลักซ์ การสนทนาสามารถได้ยินได้โดยไม่ต้องใช้ไมโครโฟนโดยนำคลื่นอัลตราโซนิกไปที่หน้าต่างห้องที่กำลังถูกตรวจสอบ เสียงในห้องทำให้หน้าต่างสั่น การสั่นของคำพูดจะสร้างการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะในคลื่นอัลตราโซนิกที่สะท้อนกลับเข้าสู่จอภาพ ตัวแปลงสัญญาณสามารถใช้ในการแปลงการสั่นสะเทือนที่สะท้อนเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สามารถสร้างใหม่เป็นเสียงที่ได้ยิน (Knight and David, 1980)

2.4 การสกัดน้ำมัน

การสกัดเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับการแยกการระบุและการใช้สารประกอบที่มีคุณค่าจากพืชต่าง ๆ (Stevigny et al., 2007) ทางเลือกของเทคนิคที่ยอมรับได้เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดและความบริสุทธิ์สูงสุดแตกต่างกันไปตามลักษณะของสารประกอบเป้าหมาย กระบวนการทางเคมีและเครื่องกลจำนวนมาก เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลายและการกลั่นด้วยไอน้ำใช้สำหรับการสกัดสารประกอบจากพืช (Shirsath et al., 2012) เทคนิคที่มีอยู่ที่ใช้สำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยไขมันและน้ำมันรวมถึง Soxhlet, hydrodistillation และการหมักด้วยแอลกอฮอล์ (Wang and Weller, 2006) การใช้เทคนิคการสกัดแบบดั้งเดิมของ Soxhlet (Jadhav et al., 2009) วิธีการแยกนี้ต้องใช้เวลานานมากขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่ของตัวทำละลาย นอกจากนี้เทคนิคการสกัดแบบมาตรฐานนั้นใช้พลังงานอย่างเข้มข้น (Puri et al., 2012) เทคนิคเหล่านี้เป็นกระบวนการที่ต้องทำด้วยมือและการทำซ้ำนั้นเป็นความท้าทายที่สำคัญ (Shen and Shao, 2005) ส่วนประกอบที่ไวต่อความร้อนถูกทำให้เสื่อมสภาพโดยกระบวนการให้ความร้อนซึ่งทำให้เกิดการสกัดต่ำ โมเลกุลที่ใช้งานเหล่านี้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงโดย pH, อุณหภูมิและความดันที่ใช้ ข้อจำกัดที่กล่าวถึงข้างต้นเมื่อรวมกับความต้องการส่วนประกอบทางชีวภาพน้ำมันหอมระเหยไขมันและน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทำให้เกิดความต้องการเทคโนโลยีการสกัดที่เหมาะสม ประหยัด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้ผลผลิตสูงขึ้น และปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง สิ่งนี้นำไปสู่การพัฒนาของกระบวนการสกัด เช่น การสกัดของเหลวที่วิกฤตยิ่งยวด (SFE) เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์และปริมาณของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Sajfrtová et al., 2010 and Bimakr et al., 2012) การสกัดแบบ SFE การสกัดแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา (Danlami et al., 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

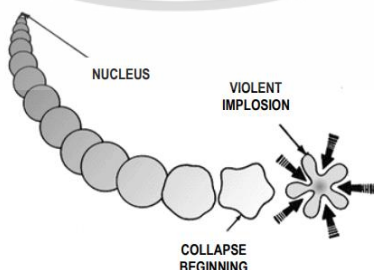
อัลตราซาวด์หรือคลื่นเหนือเสียงคือคลื่นเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วง 16 kHz ถึง 1 GHz มนุษย์ไม่สามารถได้ยินได้ การสั่นด้วยเทคนิคอัลตราโซนิกสามารถทำให้สารที่ต้องการวิเคราะห์ถูกปลดปล่อยออกมาจากตัวอย่างได้คลื่นเหนือเสียงที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์จะมี 2 ช่วงความถี่ คือ

1) ช่วงความถี่สูง (1 – 10 MHz) นำมาประยุกต์ใช้ในการวินิจฉัยและการรักษาทางการแพทย์ เช่น การตรวจอัลตราซาวด์ทารกในครรภ์มารดา

2) ช่วงความถี่ต่ำ (20 – 100 kHz) นำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ทำความสะอาด กระบวนการแตกเซลล์ การเร่งปฏิกิริยา เป็นต้น

คลื่นเหนือเสียงเป็นคลื่นตามยาว (longitudinal wave) นั่นคือ การเคลื่อนที่จะอาศัยตัวกลางในการถ่ายเทพลังงาน โดยอนุภาคตัวกลางจะสั่นไปมาหรือย้ายตำแหน่งในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของพลังงาน การเคลื่อนที่ของคลื่นไปในตัวกลางของเหลว จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเกิดเป็นส่วนอัด (compression) และส่วนขยาย (expansion) สลับไปมาแพร่กระจายในตัวกลาง การอัดตัวของคลื่นเสียงมีผลทำให้โมเลกุลถูกบีบอัดเข้าหากัน ส่วนการขยายตัวของคลื่นเสียงจะทำให้โมเลกุลแยกตัวออกจากกัน ทำให้เกิดเป็นฟองอากาศในตัวกลางของเหลว โดยฟองอากาศดังกล่าวจะขยายตัวขึ้นและหดตัวในที่สุด การหดตัวของฟองอากาศที่ผิวของตัวอย่างของแข็งจะทำให้เกิดช่องว่างซึ่งทำให้เกิดการไหลอย่างรวดเร็วของตัวกลางของเหลว การไหลดังกล่าวจะกระทบผิวของตัวอย่างของแข็งอย่างรุนแรง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเรียกว่า คาวิเทชัน

2.2.1 คาวิเทชัน พลังงานของคลื่นเหนือเสียงที่เกิดขึ้นมีผลกระทบทั้งทางเคมี ชีวภาพ และกายภาพ โดยผ่าน ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า คาวิเทชัน (cavitation) คาวิเทชันเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งเกิดขึ้นในตัวกลางของเหลวบริเวณผิวของของแข็งหรือบริเวณผิวของภาชนะที่บรรจุของเหลว นั้น เมื่อเกิดแรงอัด และแรงขยาย เนื่องจากความดันของคลื่นเหนือเสียง ทำให้ฟองอากาศมีขนาดโตขึ้นและหดตัวลงสลับกันเป็นจังหวะเนื่องจากแก๊สภายในของเหลวแพร่ผ่านเข้าและออกจากฟองอากาศสลับกันไปทำให้เกิดลักษณะคล้ายการกวนของเหลวอย่างรุนแรง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัดด้วยระบบของเหลว-ของแข็งได้(ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 การเกิดแรงขยายและแรงอัดจากคาวิเทชันของฟองอากาศ

ที่มา: Srisopa และคณะ (2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดคาวิเทชัน

1) แก๊ส และอนุภาคของแข็งอยู่ในตัวกลางของเหลว การที่มีแก๊สหรืออนุภาคของแข็งอยู่ในตัวกลางของเหลวจะทำให้ค่าแรงดึงของของเหลว ลดลงทำให้ความรุนแรงเนื่องจากการยุบตัวของคาวิเทชันที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง เนื่องจากแก๊ส จะทำหน้าที่รับแรงกระแทกของการเปลี่ยนแปลงแรงดันอย่างรวดเร็ว และเนื่องจากแก๊สไม่ สามารถแพร่ออกจากคาวิเทชันได้ในช่วงเวลายุบตัวอันสั้น การยุบตัวจึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งยังทำให้อุณหภูมิและความดันสูงสุดที่เกิดขึ้นจากการยุบตัวของคาวิเทชันมีค่าลดลง

2) ความดันภายในของเหลว การเพิ่มความดันภายในของเหลวส่งผลทำให้ฟองอากาศบางส่วนยุบตัวลงจนละลายเข้าไปในของเหลวจำนวนฟองอากาศจึงมีน้อยลง นอกจากนี้ยังทำให้ฟองอากาศที่ติดอยู่ที่ผิว ของแข็งมีขนาดเล็กลงและมีลักษณะโค้งเว้าเข้าข้างใน ทำให้ต้องใช้ความดันของคลื่นสูงมาก ขึ้นเพื่อที่จะเอาชนะแรงดึงผิวของของเหลวและให้ฟองอากาศเหล่านี้หลุดออกมาเป็นคาวิเทชันต่อไปได้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มความดันภายในของเหลวจะทำให้ความรุนแรงเนื่องจากการยุบตัวของคาวิเทชันมีมากขึ้น

3) ความหนืดของของเหลว ของเหลวที่มีค่าความหนืดสูงจะทำให้เกิดคาวิเทชันได้ยากกว่าของเหลวที่มีค่าความหนืดต่ำกว่า เนื่องจากในกระบวนการเกิดคาวิเทชัน ค่าความดันของเสียงในช่วงขยายจะต้อง เอาชนะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว ค่าแรงดึงดูนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อของเหลวมีความหนืดมากขึ้น

4) ความถี่ของคลื่นเสียง การเพิ่มความถี่ของคลื่นเสียง ซึ่งหมายถึงการลดช่วงเวลาของความดันขยายจะทำให้การเกิดคาวิเทชันยากขึ้น ดังนั้นค่าแอมพลิจูดของคลื่นเสียงที่ต้องใช้เพื่อให้เกิดฟองที่มีความถี่สูงจะต้องมีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ความแรงของการยุบตัวของคาวิเทชันที่เกิดขึ้นที่ความถี่สูง เวลาของแต่ละรอบคลื่นจะมีค่าสั้นลง ดังนั้นอาจไม่เพียงพอให้คาวิเทชันยุบตัวได้อย่างสมบูรณ์

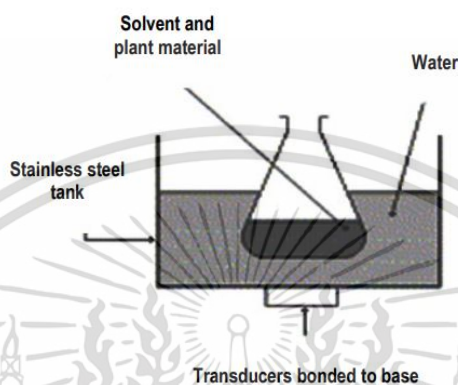
5) อุณหภูมิ โดยทั่วไปการเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ความหนืดของของเหลวมีค่าลดลง และค่าความดันไอจะเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดคาวิเทชันได้ง่ายขึ้น

6) ความเข้มของคลื่นเหนือเสียง การเพิ่มความเข้มของคลื่นเหนือเสียง จะทำให้ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเข้มของคลื่นเหนือเสียงก็มีขีดจำกัดเนื่องจากขนาดของฟองที่ใหญ่ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียงด้วย ถ้าขนาดของแอมพลิจูดสูงมากเกินไปอาจทำให้ขนาดของ คาวิเทชันมีขนาดใหญ่มาก ทำให้ต้องการเวลาในการยุบตัวสูงขึ้น จึงอาจทำให้คาวิเทชันไม่สามารถยุบตัวได้อย่างสมบูรณ์ในช่วงเวลาความดันขยายของคลื่น 1 รอบ ดังนั้นจึงทำให้ความแรงจากการยุบตัวของคาวิเทชันน้อยลง

2.2.2 อุปกรณ์ทดลองสำหรับการสกัดโดยใช้คลื่นเหนือเสียง 1) อ่างทำความสะอาดด้วยคลื่นเหนือเสียง (ultrasonic cleaning bath) ความเข้มของคลื่นเหนือเสียงสำหรับอุปกรณ์นี้ประมาณ 1 – 5 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตรและ ใช้ความถี่ของคลื่นเหนือเสียงระหว่าง 20 – 40 kHz ข้อดีของการใช้อ่างทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

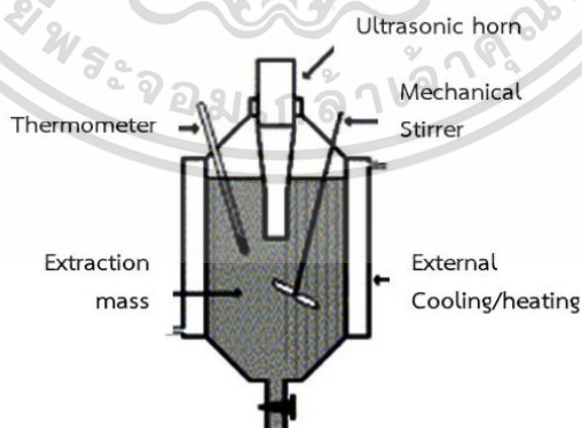
สะอาดนี้คือ ใช้ งานง่าย สะดวก พื้นที่ใช้สอยกว้างขวาง ไม่มีเศษโลหะที่เกิดจากการกัดกร่อนที่ผิวหน้าของตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงปนเปื้อน ภายในอ่างจะบรรจุน้ำหรือของเหลวชนิดอื่น ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น ตัวกลางให้คลื่นเหนือเสียงเดินทางผ่านไปยังภาชนะที่บรรจุด้วยของเหลวหรือตัวทำละลายที่ต้องการ ภาชนะที่ใช้นี้ควรมีผิวด้านล่างเรียบตั้งฉากกับทิศทางของคลื่นเหนือเสียงที่เดินทางมาจากก้นอ่าง และควรจุ่มภาชนะนี้ในบริเวณที่มีความเข้มของคลื่นมากที่สุด (ภาพที่ 2.2) ข้อดีของ อุปกรณ์นี้คือ ความเข้มของคลื่นเหนือเสียงต่ำและไม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 2.2 การสกัดโดยใช้อ่างทำความสะอาดด้วยคลื่นเหนือเสียง

ที่มา: Srisopa และคณะ (2016)

2) อัลตราโซนิกโพรบ (ultrasonic probe) เป็นอุปกรณ์กำเนิดคลื่นเสียงที่มีการส่งพลังงานไปยังระบบโดยตรง ใช้งานโดยจุ่มหัวส่งลงในภาชนะที่บรรจุของเหลว หรือตัวทำละลายที่ใช้ (ภาพที่ 2.3) ความเข้มของคลื่นเหนือเสียงที่ได้จาก หัวส่งนี้ประมาณ 10 - 100 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร



ภาพที่ 2.3 การสกัดโดยใช้อัลตราโซนิกโพรบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ที่ มา: Srisopa และคณะ (2016) ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของอุปกรณ์นี้คือให้ความเข้มข้นของคลื่นสูง ปรับความเข้มได้โดยปรับจากกำลังไฟฟ้าที่ป้อน และเลือกขนาดของหัวส่งที่เหมาะสมแต่ก็มีข้อเสียคือเกิดการสั่นร่อนของหัวส่งทำให้ของเหลวหรือตัวทำละลายเกิดการปนเปื้อน

2.6 น้ำมันเมล็ดองุ่น

ความสนใจในน้ำมันเมล็ดองุ่นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เนื่องจากมีส่วนประกอบของไฮโดรฟิลิก เช่น สารประกอบฟีนอลิก และส่วนประกอบลิพิดิก เช่น วิตามินอี กรดไขมันไม่อิ่มตัว (UFAs) และไฟโตสเตอรอล องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดองุ่นมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายของเถาองุ่นและระดับการสุกแก่ของเมล็ด เนื่องจากคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของน้ำมันเมล็ดองุ่นรวมถึงกลิ่นหอม และรสชาติที่น่ารื่นรมย์ความสนใจในการใช้ในการเตรียมอาหารจึงเพิ่มขึ้น

น้ำมันเมล็ดองุ่นมีสารประกอบฟีนอลิกจำนวนมากรวมถึงฟลาโวนอยด์ แครโทีนอยด์ กรดฟีนอลิก แทนนินและสตีเบน มันยังมี 59–360 mg ของกรดแกลลิกเทียบเท่ากับฟีนอลิกโลกรัม ซึ่งได้รับรายงานว่ามีส่วนร่วมในกิจกรรมทางชีวภาพที่หลากหลาย แต่ส่วนใหญ่รู้จักคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ โพลีฟีนอลที่ระบุในน้ำมันเมล็ดองุ่นคือ แคทีชิน, อีพิแคทีชิน, ทรานส์-เรสเวอราทอล และ โพรไซยานิดิน B1 ปริมาณรวมของโพลีฟีนอลที่สกัดจากน้ำมันเมล็ดองุ่นโดยวิธีที่เบียบประมาณ 2.9 มก./กก. และ แคทีชิน จำนวนเล็กน้อย, อีพิแคทีชิน (แต่ละ 1.3 mg / kg), และ ทรานส์-เรสเวอราทอล (0.3 mg / kg) ถูกตรวจพบ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดปริมาณของโพลีฟีนอลในน้ำมันเมล็ดองุ่นต่ำมาก (0.013% -0.019% ของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด) ความสามารถในการละลายต่ำของน้ำมันใส (กรอง) ในการผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่นอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติที่ชอบน้ำของโพลีฟีนอลในน้ำมัน ในทางตรงกันข้ามน้ำมันขุ่น (ไม่ผ่านการกรอง) ที่ได้จากกระบวนการนำน้ำมันกลับคืน (กดกาก) แสดงโพลีฟีนอลในปริมาณสูงและตะกอนเหล่านี้เป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ของสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

องค์ประกอบของกรดไขมัน (FA) กรดไลโนเลอิก (LIA) เป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดเย็นซึ่งมีสัดส่วนระหว่าง 66.0% ถึง 75.3% ของกรดไขมันทั้งหมด กรดไลโนเลอิกเป็นของกลุ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีพันธะคู่หลายคู่ (PUFA) และเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงสุขภาพของมนุษย์ น้ำมันเมล็ดองุ่นมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีพันธะคู่หลายคู่สูงในช่วง 85% - 90% กรดโอเลอิก, กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA), ส่วนใหญ่พบในน้ำมันเมล็ดองุ่น, และกรดไขมันอิ่มตัว (SFAs) มีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าองุ่นแต่ละพันธุ์และน้ำมันมีองค์ประกอบกรดไขมันที่แตกต่างกัน ตารางที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดองุ่น (*V. vinifera* L.) เปรียบเทียบกับไขมันชนิดอื่น

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดต่างๆ

FATTY ACIDS	GRAPE SEED OIL	OLIVE OIL	SUNFLOWER OIL	COCONUT OIL
C6:0	nd	nd	nd	0.52
C8:0	0.01	nd	nd	7.6
C10:0	nd	nd	nd	5.5
C12:0	0.01	nd	0.02	47.7
C14:0	0.05	nd	0.09	19.9
C15:0	0.01	nd	nd	nd
C16:0	6.6	16.5	6.2	nd
C17:0	0.06	nd	0.02	nd
C18:0	3.5	2.3	2.8	2.7
C20:0	0.16	0.43	0.21	nd
C22:0	nd	0.15	nd	nd
C16:1 (n-7)	0.08	1.8	0.12	nd
C17:1 (n-7)	nd	nd	nd	nd
C18:1 cis (n-9)	14.3	66.4	28.0	6.2
C18:1 trans (n-9)	nd	nd	nd	nd
C20:1 (n-9)	0.40	0.30	0.18	nd
C18:2 cis (n-6)	74.7	16.4	62.2	1.6
C18:3 (n-3)	0.15	1.6	0.16	nd
C18:3 (n-6)	nd	nd	nd	nd
SFAs	10.4	19.4	9.4	92.1
MUFAs	14.8	68.2	28.3	6.2
PUFAs	74.9	18.0	62.4	1.6
n-3 PUFAs	0.2	1.6	0.2	0.0
n-6 PUFAs	74.7	16.4	62.2	1.6

*Data are expressed as percentages of total fatty acid methyl esters (FAMES).

Abbreviations: nd, not determined; SFAs, saturated fatty acids; MUFAs, monounsaturated fatty acids; PUFAs, polyunsaturated fatty acids.

ที่มา: Orsavova และคณะ (2015)

น้ำมันเมล็ดองุ่นมีค่าของวิตามินอีตั้งแต่ 1 ถึง 53 มก. ต่อน้ำมัน 100 กรัมและ 148-358 เทียบเท่าวิตามินอีซึ่งสูงกว่าน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันมะกอก นอกจากนี้ขององุ่นแล้วปริมาณวิตามินอีในน้ำมันเมล็ดองุ่นยังขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเพาะปลูกด้วย วิตามินอีมีส่วนช่วยในผลประโยชน์ของน้ำมันเมล็ดองุ่นเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงและมีคุณสมบัติป้องกันระบบประสาทและต้านการอักเสบ ด้วยเหตุนี้จึงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำให้ใช้น้ำมันเมล็ดตองุ่นเพื่อชะลอกระบวนการชรา และป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังบางชนิด (Garavaglia et al., 2016)

2.7 น้ำมันเมล็ดมะละกอ

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ และเสถียรภาพออกซิเดชันของน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดมะละกอดังแสดงในตารางที่ 2 ดัชนีหักเห (1.4581) ต่ำกว่าค่าที่รายงานโดย Marfo และคณะ (1986) น้ำมันเมล็ดมะละกามีค่าไอโอดีนต่ำ (79.95 กรัม I₂/100 g⁻¹) ซึ่งยืนยันว่าเป็นน้ำมันไม่ซักแห้ง (non-drying) น้ำมันอื่น ๆ ที่จัดเป็นน้ำมันไม่ซักแห้ง (non-drying) คือ น้ำมันมะคาเดเมียมะกอกและน้ำมันถั่วลิสง ไอโอดีนต่ำ ค่าไอโอดีนของน้ำมันเมล็ด *Carica papaya* L. (66.0-74.8 g I₂/100 g⁻¹) ได้รับจากผู้เขียนคนอื่น ๆ (Marfo, et al., 1986 and Puangsri, et al., 2005) ค่าสะพอนิฟิเคชัน (196.40 มก. KOH.g⁻¹) และพบร่องรอยอิสระสารที่สaponifiyไม่ได้ (unsaponifiable matter) (1.35%) ในการศึกษาที่มีความคล้ายคลึงกับที่รายงานสำหรับน้ำมันพืชทั่วไป (O'brien, 2004) ค่าเหล่านี้ยังคล้ายกับที่พบในงานวิจัยเกี่ยวกับน้ำมันเมล็ดมะละกอ: ค่าสะพอนิฟิเคชัน 197 mg.g⁻¹ (Marfo, et al., 1986) และร่องรอยอิสระสารที่สaponifiyไม่ได้ (unsaponifiable matter) 1.39% กรดไขมันอิสระและค่าเปอร์ออกไซด์นั้นมีค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำมัน

ตารางที่ 2.4 ค่าไอโอดีน ซาพอนิฟิเคชัน สารที่สaponifiyไม่ได้และกรดไขมันอิสระของน้ำมันเมล็ดมะละกอ

Analysis	Determine values	Literature values					
		1	2	3	4	5	6
Iodine value(g I ₂ /100 g)	76.9±0.2	66.0	74.8	74.8	68.4	64.1	79.95±1.25
Saponification value(mg KOH/oil g)	193.5±0.1	154.7	193.4	197.0	185.4	183.3-185	96.4±1.37
Unsaponifiable matter(%)	1.5±0.1	1.39	2.11	0.72	Nd	4.5-5.3	1.35±0.14
Free fatty acid(%)	0.9±0.5	0.33	0.94	0.94	nd	nd	1.27±0.04

ที่มา: Puangsri และคณะ (2005), Harvey และคณะ (1978), Marfo และคณะ (1986), Kalayasiri และคณะ (1996), Lee และคณะ (2011), Malacrida และคณะ (2011)

น้ำมันเมล็ดมะละกามีกรดไขมันอิสระร้อยละ 1.27 ค่าความเป็นกรด (acid value) 2.53 มก. KOH.g⁻¹ และค่าเปอร์ออกไซด์ 5.37 mEq.kg⁻¹ ค่าเหล่านี้จะไม่ถือว่าสูงเนื่องจากปริมาณสูงสุดของน้ำมันไม่ผ่านการใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีชดิบคือ 5% ของกรดไขมันอิสระ และ 10 mEq.kg^{-1} ของค่าเปอร์ออกไซด์อาจตรวจสอบได้ (Hui, 1996) ความเป็นกรดของน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคจะต้องไม่เกิน 4 mg KOH.g^{-1} (Amoo, 2004) ดังนั้นน้ำมันมะละกออาจจะเป็นเหมาะสมสำหรับการบริโภค ดัชนีเสถียรภาพออกซิเดชันเป็นการวัดความต้านทานของไขมันต่อการเกิดออกซิเดชัน น้ำมันเมล็ดมะละกอมีความเสถียรทางออกซิเดชันสูง (77.97 ชั่วโมง) สิ่งนี้อาจอธิบายได้บางส่วนโดยเนื้อหาที่ค่อนข้างต่ำของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมัน n-3 ที่ตรวจพบในน้ำมัน ความเสถียรในการออกซิเดชันของน้ำมันเมล็ดมะละกอคือ 6.3 และ 7.8 เท่ามากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดอกทานตะวัน ตามลำดับ สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันเมล็ดมะละกอดีบอาจแสดงอายุการเก็บรักษาที่ต้องการข้อมูลบางอย่างในรายงานรายงานความเสถียรออกซิเดชันสูงที่ 100°C เช่นเดียวกับที่ได้รับสำหรับน้ำมันเมล็ดมะละกอ พบค่าเสถียรภาพการเกิดออกซิเดชันระหว่าง 6.7 และ 79.8 ชั่วโมงสำหรับตัวอย่างน้ำมันมะกอก กำหนดเสถียรภาพของออกซิเดชันที่ 100°C ในน้ำมันถั่วต่างๆ (เฮเซลนัท, ถั่วลิสง, พิสตาชิโอ, วอลนัท และอัลมอนด์) และได้รับค่าสูงสุดสำหรับเฮเซลนัท (52.7 ชั่วโมง) และน้ำมันพิสตาชิโอ (44.4 ชั่วโมง) (Yanty et al., 2014)

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดมะละกอ

Fatty acid(%)	Determined values	Literature values					
		1	2	3	4	5	6
C12:0	nd	nd	nd	0.40	0.01	0.28	nd
C14:0	0.3±0.1	nd	0.2	0.04	0.04	0.72	0.20
C16:0	15.8±0.1	14.8	13.9	16.20	16.60	19.7	16.16
C16:1	0.4±0.4	nd	0.2	0.08	nd	0.36	0.27
C17:0	0.1±0.1	nd	0.1	nd	nd	nd	0.13
C18:0	5.1±0.0	4.2	4.9	5.00	1.90	6.68	4.73
C18:1	73.5±0.2	71.0	76.8	74.30	79.10	66.74	71.30
C18:2	4.0±0.2	4.0	3.0	0.40	2.57	3.17	6.06
C18:3	nd	0.9	0.2	nd	nd	0.17	0.22
C20:0	0.4±0.1	1.1	0.4	0.90	nd	0.38	0.38
C20:1	0.4±0.1	0.7	0.3	nd	nd	0.46	0.32
C22:0	nd	nd	nd	1.6	nd	1.34	0.23
Unknown	nd	3.3	nd	nd	nd	nd	nd
Unsaturated FA	78.3	76.6	80.5	74.78	81.67	70.9	78.17
Saturated FA	21.7	23.40	19.5	25.22	18.55	29.1	21.83

ที่มา: Kalayalisi และคณะ (1996), Puangsri และคณะ (1995), Singh (1990), Marfo และคณะ (1986), Lee และคณะ (2011), Malacrida และคณะ (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

เมล็ดองุ่น (*Vitis vinifera*)

เมล็ดมะละกอสายพันธุ์ฮอลแลนด์ (*Carica papaya* Linn.)

3.1.2 สารเคมี

Hexane (Commercial grade) Etalmar, Thailand

3.2 เครื่องมือ

เครื่องบด (Grinder) Panasonic, Malaysia

เครื่องบดผง (Pin mill) Retsch, Germany

ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) Memmert, Germany

เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum pump) Sahaburapa (SP- 1A), Thailand

เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง Daihan, Korea

กระดาษกรองเบอร์ 1 (Filter) Whatman, England

อ่างคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic bath) Daihan, Korea

อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) Memmert, Germany

3.3 วิธีการดำเนินงาน

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างเมล็ดองุ่น

1. นำกากองุ่นอบไล่ความชื้นด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2. นำเมล็ดองุ่นแยกออกจากเปลือกและก้าน

3. จากนั้นนำเมล็ดองุ่นที่ได้บดด้วยเครื่องบดผง (pin mill) ที่ความละเอียด 0.5 มิลลิเมตร

4. จากนั้นนำเมล็ดองุ่นที่บดได้ เก็บใส่ถุงและเก็บรักษาในกล่องสุญญากาศจนกว่าจะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยสุโขทัย โดยผู้จัดทำเอกสารนี้ไว้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างเมล็ดมะละกอ

1. นำเมล็ดมะละกอล้างทำความสะอาด คัดแยกกากออก นำตากแดดเป็นเวลา 2 วัน
2. นำเมล็ดมะละกอมาอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มความชื้นออก
3. นำเมล็ดมะละกอแห้งไปบดด้วยเครื่องบดแบบผง (pin mill) ที่ความละเอียด 0.5 มิลลิเมตร
4. จากนั้นนำเมล็ดมะละกอที่บดได้ เก็บใส่ถุงและเก็บรักษาในกล่องสุญญากาศจนกว่าจะใช้งาน

3.3.3 การสกัดน้ำมันเมล็ดตองุ่นและเมล็ดมะละกอด้วยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยสกัด (ultrasound-assisted extraction, UAE)

ในการทำการทดลองซึ่งตัวอย่างเมล็ดตองุ่นและมะละกอที่ได้จัดเตรียมไว้(3.3.1 การเตรียมตัวอย่างเมล็ดตองุ่น และ 3.3.2 การเตรียมตัวอย่างมะละกอ) ปริมาณ 5 กรัมและเฮกเซน 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปสกัดในอ่างอัลตราโซนิก ที่ความถี่ 8 กิโลเฮิร์ต ใช้พลังงานไฟฟ้า 872 วัตต์ จากนั้นควบคุมอุณหภูมิของอ่างที่ 40, 55 และ 70 องศาเซลเซียส ทำการจับเวลาในการสกัด 15, 38 และ 60 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ด้วยกระดาษกรอง (Whatman) เบอร์ 1 เมื่อกรองกากเมล็ดแล้ว นำไประเหยเฮกเซนด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

3.3.4 การสกัดน้ำมันเมล็ดตองุ่นและเมล็ดมะละกอด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ (immersion extraction, IME)

ในการทำการทดลองซึ่งตัวอย่างเมล็ดตองุ่นและมะละกอที่ได้จัดเตรียมไว้(3.3.1 การเตรียมตัวอย่างเมล็ดตองุ่น และ 3.3.2 การเตรียมตัวอย่างมะละกอ) ปริมาณ 5 กรัมและเฮกเซน 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปสกัดในอ่างควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นควบคุมอุณหภูมิของอ่างที่ 70 องศาเซลเซียส ทำการจับเวลาในการสกัด 15 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ด้วยกระดาษกรอง (Whatman) เบอร์ 1 เมื่อกรองกากเมล็ดแล้ว นำไประเหยเฮกเซนด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

3.3.5 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดตองุ่นและเมล็ดมะละกอ

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดตองุ่นและเมล็ดมะละกอโดยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยสกัด (3.3.3 การสกัดน้ำมันเมล็ดตองุ่นและเมล็ดมะละกอด้วยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยสกัด (ultrasound-assisted extraction, UAE) วางแผนการทดลองทางสถิติด้วยวิธีการพื้นผิวตอบสนอง(response surface methodology) การออกแบบการทดลองแบบประสมกลาง (central composite design ,CCD) ด้วยโปรแกรม Design-Expert 7.0.0 โดยกำหนดปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ 40 ถึง 70 องศาเซลเซียส และเวลาสกัดที่ 15 ถึง 60 นาที ที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมัน (3.3.6 การวัดและคำนวณปริมาณผลผลิตน้ำมันที่สกัดได้) เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตน้ำมันสูงสุดในเวลาน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การวัดและคำนวณปริมาณผลผลิตน้ำมันที่สกัดได้

ทำการวัดปริมาณน้ำมันที่สกัดได้โดย นำขวดรูปชมพู่ 250 ml ไปชั่งน้ำหนัก แล้วทำการจดบันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นนำน้ำมันที่ผ่านการสกัดจากหัวข้อ 3.3.3 และ 3.3.4 มาใส่ในขวดรูปชมพู่ที่ชั่งไว้ นำขวดรูปชมพู่ไปชั่งน้ำหนักใหม่และบันทึกผล นำน้ำหนักที่ชั่งขวดรูปชมพู่หลังจากการใส่น้ำมันมาลบด้วยน้ำหนักขวดรูปชมพู่เปล่าจะได้ค่าน้ำหนักที่ได้จากการสกัด และนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ตั้งสมการที่ 3.1 โดยในการทดลองนี้น้ำหนักเมล็ดที่ใช้ในการสกัด คือ 5 กรัม เมื่อได้ค่าปริมาณน้ำมันที่สกัดได้นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำมันร้อยละของทั้งหมดโดยคำนวณจากสมการที่ 3.2

$$\text{ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่ได้จากการสกัด}}{\text{น้ำหนักเมล็ดที่ใช้ในการสกัด}} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\text{ร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งหมด} = \frac{\text{ปริมาณผลผลิตน้ำมัน}}{\text{ปริมาณน้ำมันทั้งหมดของเมล็ดตัวอย่าง}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.3.7 การเปรียบเทียบผลของการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยสกัดน้ำมัน (UAE) กับการสกัดแบบแช่ (IME)

การเปรียบเทียบผลของคลื่นเสียงความถี่สูงในการช่วยสกัดน้ำมัน โดยเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตน้ำมันที่ได้จาก 1) การสกัดน้ำมันแบบคลื่นเสียงความถี่สูง (UAE) ที่สภาวะที่เหมาะสมซึ่งทำให้ได้ผลผลิตน้ำมันสูงสุดในเวลาน้อยที่สุด ซึ่งได้จากผลการศึกษาในหัวข้อที่ 3.3.5 ข้างต้น กับ 2) การสกัดแบบแช่ (IME) ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเท่ากับ UAE และ 3) การสกัดแบบคลื่นเสียงความถี่สูง (UAE) ที่อุณหภูมิ 40 เซลเซียส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design, CRD) วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 16 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha=0.05$)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัดน้ำมันเมล็ดตองุ่นและน้ำมันเมล็ดมะละกอ (ultrasound-assisted extraction; UAE)

จากการสร้างสมการทำนายปริมาณน้ำมันและศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดตองุ่นโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด (Ultrasound-assisted extraction; UAE) เพื่อให้ได้ปริมาณมากที่สุด จากการศึกษาสภาวะในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดตองุ่นปัจจัยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าปริมาณผลผลิตน้ำมันที่สกัดออกมาได้อยู่ในช่วงร้อยละ 10.98 – 12.54 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของการสกัดน้ำมันจากเมล็ดตองุ่นโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด

Std	Run	X ₁	X ₂	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (ร้อยละ)	ร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งหมด
3	1	40	60	11.49	78.71
10	2	55	38	11.33	77.58
1	3	40	15	10.98	75.21
8	4	55	60	11.68	80.00
6	5	70	38	12.29	84.16
7	6	55	15	11.03	75.56
9	7	55	38	11.28	77.23
11	8	55	38	11.25	77.08
5	9	40	38	11.10	76.01
2	10	70	15	11.92	81.64
4	11	70	60	12.54	85.88

จากการพิจารณาความมีนัยสำคัญของแต่ละพจน์โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ Analysis of variance (ANOVA) ในการระบุความมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) พบว่าเมื่อดูค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 หรือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้นพื้นที่ผิวตอบสนองที่สร้างขึ้นดังกล่าวจึงเหมาะสมที่จะสร้างเป็นสมการหรือ Quadratic model แสดงในสมการที่ 4.1 จากการทดลองพบว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรได้แก่ อุณหภูมิและเวลา มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

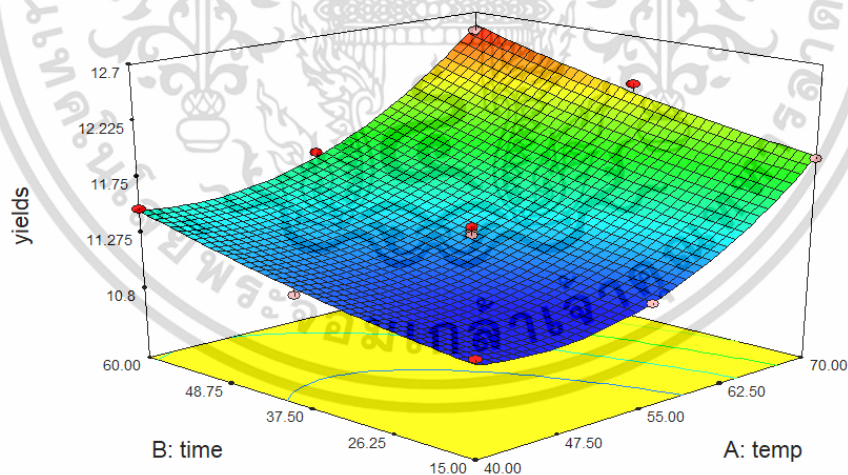
เมื่อดูที่ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.9931 ซึ่งสมการที่สร้างขึ้นดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ทำนายปริมาณน้ำมันในการสกัดและหาสภาวะเหมาะสมในการสกัด

$$\begin{aligned} \text{Yields} = & 14.44159 - 0.15883X_1 - 2.75016X_2 + 7.19044X_1X_2 + 1.62124X_1^2 \\ & + 1.09860X_2^2 \end{aligned} \quad (4.1)$$

เมื่อ x_1 = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

X_2 = ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด (นาที)

จากการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด (UAE) โดยกำหนดจาก 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิและเวลา จากสมการที่สร้างขึ้นพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแบบใช้เวลาในการสกัดให้น้อยที่สุด และได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด ได้แก่ การสกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ค่าทำนายให้ปริมาณผลผลิตน้ำมันเท่ากับร้อยละ 11.94 คิดเป็นร้อยละ 81.78 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด โดยสมการและสภาวะที่ถูกสร้างขึ้นดังกล่าวจะนำมาทวนสอบความเที่ยงตรงในการทำนายอีกครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันว่าสมการและสภาวะที่เหมาะสมที่ทำนายมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 4.1 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่น

ในส่วนของการสร้างสมการทำนายปริมาณน้ำมัน และศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด (ultrasound-assisted extraction; UAE) เพื่อให้ได้ปริมาณมากที่สุด จากการศึกษาสภาวะในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอปัจจัย 2 ปัจจัย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัด พบว่าปริมาณผลผลิตน้ำมันที่สกัดออกมาได้อยู่ในช่วงร้อยละ 19.84 – 25.32 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด

Std	Run	X ₁	X ₂	ปริมาณผลผลิต น้ำมัน (ร้อยละ)	ร้อยละของ ปริมาณน้ำมัน ทั้งหมด
3	1	40	60	21.54	79.76
10	2	55	38	23.50	87.04
6	3	70	38	24.17	89.53
8	4	55	60	24.08	89.17
5	5	40	38	20.78	76.97
7	6	55	15	21.49	79.60
4	7	70	60	25.32	93.78
2	8	70	15	22.17	82.12
1	9	40	15	19.84	73.50
11	10	55	38	22.98	85.10
9	11	55	38	23.36	86.50

จากการพิจารณาความมีนัยสำคัญของแต่ละพจน์โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ Analysis of variance (ANOVA) ในการระบุความมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) พบว่าเมื่อดูค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 หรือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นพื้นที่ผิวตอบสนองที่สร้างขึ้นดังกล่าวจึงเหมาะสมที่จะสร้างเป็นสมการหรือ Quadratic model แสดงในสมการที่ 4.2 จากการทดลองพบว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรได้แก่ อุณหภูมิและเวลา มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อดูที่ค่า R² มีค่าเท่ากับ 0.9917 ซึ่งสมการที่สร้างขึ้นดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ทำนายปริมาณน้ำมันในการสกัดและหาสภาวะเหมาะสมในการสกัด

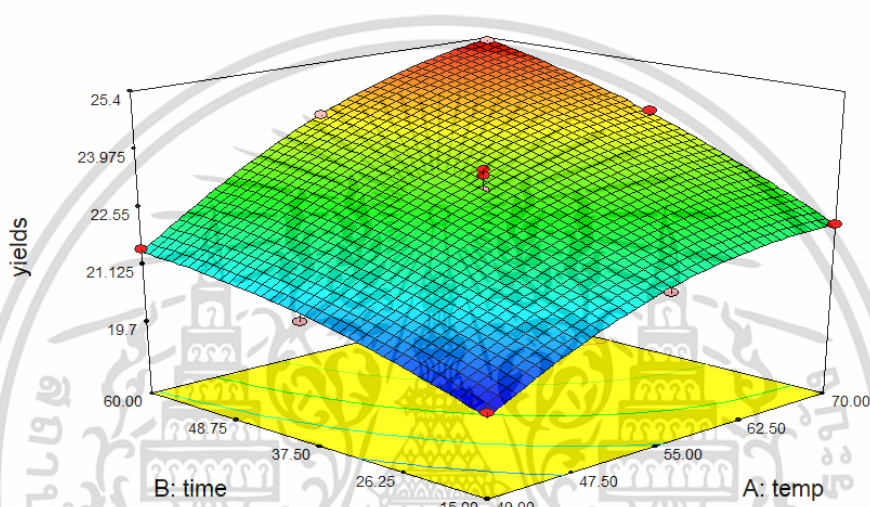
$$\begin{aligned} \text{Yields} = & 7.51237 + 0.39608X_1 + 0.046253X_2 + 1.00979X_1X_2 - 2.81046X_1^2 \\ & - 6.17475X_2^2 \end{aligned} \quad (4.2)$$

เมื่อ x_1 = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

x_2 = ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด (นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด (UAE) โดยกำหนดจาก 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิและเวลา จากสมการที่สร้างขึ้นพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแบบใช้เวลาในการสกัดให้น้อยที่สุดและได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดโดยการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด ได้แก่ การสกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที ค่าทำนายให้ปริมาณผลผลิตน้ำมันเท่ากับร้อยละ 23.04 คิดเป็นร้อยละ 85.33 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด โดยสมการและสภาวะที่ถูกสร้างขึ้นดังกล่าวจะนำมาทวนสอบความเที่ยงตรงในการทำนายอีกครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันว่าสมการและสภาวะที่เหมาะสมที่ทำนายมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอ

จากการทดลองสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที นำน้ำมันที่สกัดได้มาคำนวณหาค่าปริมาณร้อยละของน้ำมันทั้งหมด โดยที่ในเมล็ดองุ่นประกอบด้วยน้ำมันร้อยละ 14.60 (Oomah et al., 1998) และในเมล็ดมะละกอประกอบด้วยน้ำมันร้อยละ 27.00 (Malacrida et al., 2011) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งหมด ของน้ำมันเมล็ดองุ่นและน้ำมันเมล็ดมะละกอแล้วพบว่าที่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดเดียวกันค่าร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งหมดของน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดมะละกอมีค่าสูงกว่าน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดองุ่นดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบร้อยละของน้ำมันทั้งหมดระหว่างการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ โดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด

อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ในการสกัด (นาที)	ร้อยละของปริมาณ น้ำมันทั้งหมดจากการ สกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น	ร้อยละของปริมาณ น้ำมันทั้งหมดจากการ สกัดน้ำมันเมล็ด มะละกอ
40	15	78.71	79.76
40	38	77.58	87.05
40	60	75.21	89.53
55	15	80.00	89.17
55	38	84.16	76.97
55	38	75.56	79.60
55	38	77.23	93.78
55	60	77.08	82.12
70	15	76.01	73.50
70	38	81.64	85.10
70	60	85.88	86.50

4.2 การทวนสอบความเที่ยงตรงของสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ

ทำการทวนสอบความเที่ยงตรงของสมการการสกัดแบบการใช้คลื่นความถี่สูงในการช่วยสกัด สภาวะที่ปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่นตอบสนองมากที่สุด คือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และสภาวะที่ปริมาณน้ำมันเมล็ดมะละกอตอบสนองมากที่สุด คือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที โดยใช้อัตราส่วน 5 กรัมต่อเฮกเซน 100 มิลลิลิตร ในการสกัด โดยคำนึงถึงการประหยัดระยะเวลาในการสกัดมากที่สุด และได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด โดยการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นให้ปริมาณผลผลิตน้ำมันร้อยละ 12.27 MSE = 0.1089 การสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอให้ปริมาณผลผลิตน้ำมันร้อยละ 22.80 MSE = 0.0576 เมื่อพิจารณาจากค่า MSE หรือ mean square error ของทั้งองุ่นและมะละกอพบว่า สมการการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอ มีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เปรียบเทียบการสกัดน้ำมันด้วยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด (UAE) และวิธีการสกัดแบบแช่ (IME)

เมื่อทำการทดลองตามการทำนายปริมาณผลผลิตน้ำมันจากเมล็ดดองุ่น เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำมันจากเมล็ดดองุ่นแล้ว ได้ทำการทดลองตามสภาวะที่เหมาะสมโดยวิธีการสกัดแบบแช่คือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที และทำการทดลองใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการช่วยสกัดที่อุณหภูมิต่ำกว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสกัด ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และจากตารางที่ 4.4 ทำให้ทราบว่า การใช้วิธีการและอุณหภูมิในการสกัดที่ต่างกันให้ผลที่แตกต่างกัน การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และการสกัดแบบแช่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทั้ง 3 วิธีการนี้ให้ปริมาณผลผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตน้ำมันจากการสกัดน้ำมันเมล็ดดองุ่นในแต่ละวิธีการ

	UAE 40 องศาเซลเซียส, 15 นาที (ร้อยละ)	UAE 70 องศาเซลเซียส, 15 นาที (ร้อยละ)	IME 70 องศาเซลเซียส, 15 นาที (ร้อยละ)
1	10.93	12.38	9.27
2	11.37	12.26	10.00
3	11.42	12.16	9.71

ตารางที่ 4.5 ผลของวิธีการสกัดต่อปริมาณผลผลิตของการสกัดน้ำมันเมล็ดดองุ่น

วิธีการสกัด	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (ร้อยละ)
IME ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที	9.66±0.37 ^a
UAE ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที	11.24±0.27 ^b
UAE ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที	12.27±0.11 ^c

*a,b,c... คือ อักษรกำกับในแนวตั้งต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการทดลองตามการทำนายปริมาณน้ำมันจากเมล็ดมะละกอเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอแล้ว ได้ทำการทดลองตามสภาวะที่เหมาะสมโดยวิธีการสกัดแบบแช่ คือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 นาที และทำการทดลองใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการช่วยสกัดที่อุณหภูมิต่ำกว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 นาที เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสกัด ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และจากตารางที่ 4.6 ทำให้ทราบว่า การใช้วิธีการและอุณหภูมิในการสกัดที่ต่างกันให้ผลที่แตกต่างกัน การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที และการสกัดแบบแช่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที ทั้ง 3 วิธีนี้ให้ปริมาณผลผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลผลิตน้ำมันจากการสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอในแต่ละวิธีการ

	UAE 40 องศาเซลเซียส, 24 นาที (ร้อยละ)	UAE 70 องศาเซลเซียส, 24 นาที (ร้อยละ)	IME 70 องศาเซลเซียส, 24 นาที (ร้อยละ)
1	20.46	22.79	20.48
2	21.05	22.61	19.97
3	20.88	23.014	20.22

ตารางที่ 4.7 ผลของวิธีการสกัดต่อปริมาณผลผลิตของการสกัดน้ำมันเมล็ดมะละกอ

วิธีการสกัด	ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (ร้อยละ)
IME ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที	20.22±0.25 ^a
UAE ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที	20.80±0.30 ^b
UAE ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 นาที	22.80±0.20 ^c

*^{a,b,c...} คือ อักษรกำกับในแนวตั้งต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการสร้างสมการการทำนายปริมาณผลผลิตน้ำมันในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอโดยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัด พบว่าปัจจัยในการสกัดน้ำมันทั้งสอง ได้แก่ เวลาและอุณหภูมิ มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันที่ได้จากการสกัด เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ระยะเวลาเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ได้รับปริมาณผลผลิตน้ำมันในการสกัดมากขึ้นตามไปด้วย การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นและมะละกอโดยวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูง โดยคำนึงถึงการประหยัดระยะเวลาและได้ผลผลิตน้ำมันที่ได้จากการสกัดมากที่สุด จากการทดลองใช้อัตราส่วนระหว่างเมล็ดองุ่นต่อเฮกเซนคือ 5 กรัมต่อเฮกเซน 100 มิลลิลิตร พบว่าสภาวะที่เหมาะสมของเมล็ดองุ่นอยู่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที โดยให้ปริมาณผลผลิตน้ำมันเท่ากับร้อยละ 12.27 คิดเป็นร้อยละ 84.01 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด และการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะละกอพบว่าสภาวะที่เหมาะสมของเมล็ดมะละกออยู่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 นาทีโดยให้ปริมาณผลผลิตน้ำมันเท่ากับร้อยละ 22.80 คิดเป็นร้อยละ 84.46 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด นำเมล็ดองุ่นและเมล็ดมะละกอมาสกัดที่สภาวะที่เหมาะสมด้วยวิธีการสกัดแบบแช่ เมื่อนำวิธีการสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัดและวิธีการสกัดแบบแช่ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเดียวกัน มาเปรียบเทียบพบว่า การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยในการสกัดได้ปริมาณผลผลิตน้ำมันมากกว่าวิธีการสกัดแบบแช่ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเดียวกัน

บรรณานุกรม

วรพล สถาปนิกานนท์. 2561. เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเมล็ดมะละกอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต. สาขาวิชาการท่องเที่ยวและการโรงแรม. คณะศิลปศาสตร์. มหาวิทยาลัยสยาม.

Amerine, M. A., Berg, H. W. and Cruess, W. V. 1967. The Technology of Winemaking, 2nd ed.; AVI Publishing: Westport, CT.

Amoo, I. A. 2014. Characteristics of oil extract from gourd (*Cucurbita maxima*) seed. Journal of Food, Agriculture and Environment. 2(2): 38-39.

Bimakr, M., Rahman, R. A., Ganjloo, A., Taip, F. S., Saleh, L. M. and Sarker, Z. I. 2012. Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of bioactive flavonoid compounds from spearmint (*Mentha spicata L.*) leaves by using response surface methodology. Food Bioprocess Technol. 5: 912-920.

Bourzeix, M., Weyland, D. and Heredia, N. 1986. Study of catechins and procyanidins in grape clusters, wine, and other vine products. Bull. O. I. V. 59: 1171-1254.

Danlami, J. M., Arsad, A., Zaini, M. A. A. and Sulaiman H. 2014. A comparative study of various oil extraction techniques from plants. Rev Chem Eng. 30(6): 605-626.

El-Zeany, B. A., Abdel-Dawy, M. and Amer, M. M. 1982. Egyptian grapeseed oil. I. Extraction, constants, fatty acids and unsaponifiables. Grasas Aceites. 33: 158-161.

Fuleki, T. and Ricardo da Silva, J. M. 1997. Catechin and procyanidin composition of seeds from grape cultivars grown in Ontario. J. Agric. Food Chem. 45: 1156-1160.

Garavagila, J., Markoski, M. M., Oliveira A. and Marcadenti, A. 2016. Grape Seed Oil Compounds: Biological and Chemical Actions for Health. Nutrition and metabolic insights. 9: 59-64.

Girard, B. and Mazza, G. 1998. Functional grape and citrus products. In Functional Foods, Biochemical and Processing Aspects; Mazza, G., Ed.; Technomic Publishing: Lancaster, PA, pp 139-191.

Hui, Y. H. 1996. Bailey's industrial oil & fat products. New York: John Wiley & Sons.

Igartuburu, J.M., Pando, F., Rodriguez Luis, F. and Gil-Serrano, A. 1997. An acidic xyloglucan from grape skins. Phytochemistry. 46: 1307-1312.

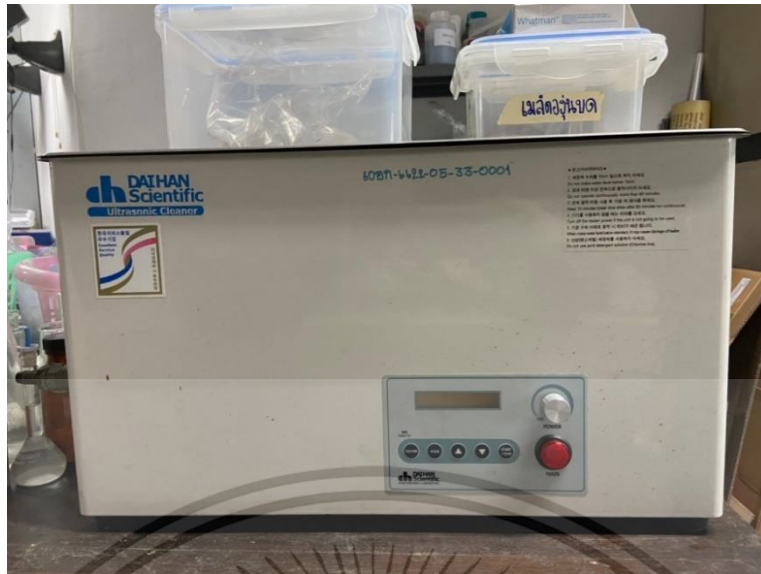
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Izzo, R. and Muratore, G. 1993. Seed lipids from some varieties of grapes grown in Sicily. I. Fatty acid composition. *Riv. Ital. Sostanze Gras.* 70: 601-604.
- Jadhav, D., Rekha, B. N., Gogate, P. R. and Rathod, V. K. 2009. Extraction of vanillin from vanilla pods: a comparison study of conventional Soxhlet and ultrasound assisted extraction. *J Food Eng.* 93: 421-426.
- Kinsella, J. E. 1974. Grapeseed oil. *Food Technol.* 28: 58-60.
- Knight, D. C. 1980. *Silent Sound: The World of Ultrasonics*. New York: Morrow.
- Larrauri, J. A., Ruperez, P. and Saura Calixto, F. 1996. Antioxidant activity of wine pomace. *Am. J. Enol. Vitic.* 47: 369- 372.
- Malacrida, C. R., Kimura, M. and Jorge, N. 2011. Characterization of high oleic oil extracted from papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas.* 31(4): 929-934.
- Marfo, E. K., Oke, O. L. and Afolabi, O. A. 1986. Chemical composition of papaya (*Carica papaya*) seeds. *Food Chemistry*, v. 22: 259-266.
- Mazza, G. 1995. Anthocyanins in grapes and grape products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 35: 341-371.
- Miric, M., Lalic, Z. and Miletic, I. 1977. Composition of grapeseeds. *Hrana Ishrana.* 18: 227-232.
- O'Brien, R. D. 2004. *Fats and oils: formulating and processing for applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Oomah, B. D., Liang L., Godfrey D. and Mazza G. 1998. Microwave Heating of Grapeseed: Effect on Oil Quality. *Agric Food chem.* 46: 4017-4021.
- Orsavova, J. ; Misurcova, L. ; Ambrozova, J. V. ; Vicha, R. and Mlcek, J., 2015. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *Int. J. Mol. Sci.* 16(6): 12871-12890.
- Pezet, R. and Cuenat, Ph. 1996. Resveratrol in wine: Extraction from skin during fermentation and post-fermentation standing of must from gamay grapes. *Am. J. Enol.* 47: 287- 290.

- Puang Sri, T., Abdulkarim, S. M. and Ghazali, H. M. 2005. Properties of *Carica papaya* L. (papaya) seed oil following extractions using solvent and aqueous enzymatic methods. *Journal of Food Lipids*, v. 12(1): 62-76.
- Puri, M., Sharma, D. and Barrow, C. J. 2012. Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. *Trends Biotechnol.* 30: 37-44.
- Rice, A. C. 1976. Solid waste generation and byproduct recovery potential from winery residues. *Am. J. Enol. Vitic.* 27: 21-26.
- Sajfrtová, M., Ličková, I., Wimmerová, M., Sovová, H. and Zdeněk, W. 2010. β -sitosterol: supercritical carbon dioxide extraction from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seeds. *Int J Mol Sci.* 11: 1842-1850.
- Shen, J. and Shao, X. 2005. A comparison of accelerated solvent extraction, Soxhlet extraction, and ultrasonic-assisted extraction for analysis of terpenoids and sterols in tobacco. *Anal Bioanal Chem.* 383: 1003-1008.
- Shirsath, S., Sonawane, S. and Gogate P. 2012. Intensification of extraction of natural products using ultrasonic irradiations – a review of current status. *Chem Eng Proc Proc Intens.* 53: 10-13.
- Stevigny, C., Rölle, L., Valentini, N. and Zeppa G. 2007. Optimization of extraction of phenolic content from hazelnut shell using response surface methodology. *J Sci Food Agric.* 87: 2817-2822.
- Srisopa, A., Nakaew, N. and Srisayam, M. 2016. Chemical and biological properties of marigold extracts obtained by organic solvent-free extraction.
- Tarandzhiiska, R. and Stamenov, S. 1989. Triglyceride composition of different grapeseed oils. *Khranitelna Promishlenost.* 38: 20-22.
- Teodorescu, S., Doholici, V., Hudea, N., Ionescu, A. and Giosanu, T. 1974. Production and utilization of secondary products of winemaking. Romanian report. *Bull. O. I. V.* 47, 578-588.
- Wang, L. and Weller, C. L. 2006. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends Food Sci Technol.* 17: 300-312.
- Yanty, N. A. M., Marikkar, J. M. N., Nusantoro, B. P., Long, K. and Ghazali, H. M. 2014. Physico-chemical Characteristics of Papaya (*Carica papaya* L.) Seed Oil of the Hong Kong/Sekaki Variety. *Journal of Oleo science.* 63(9): 885-892.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 อ่างอัลตราโซนิก



รูปที่ ก.2 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 เครื่องกรองสุญญากาศ



รูปที่ ก.4 เครื่องอบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 ระหว่างทำการทดลอง



รูปที่ ก.6 น้ำมันที่สกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

วิธีการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการสกัด

ข.1 การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูง

การสกัดแบบใช้คลื่นเสียงความถี่สูงช่วยสกัด ทำการสกัดโดยบรรจุตัวอย่างที่ทำการเตรียมไว้ 5 กรัมลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จุ่มขวดรูปชมพู่ลงอ่างคลื่นความถี่สูง (การสกัดแบบ indirect ที่น้ำเป็นตัวกลาง) ควบคุมอุณหภูมิและเวลาตามแผนการทดลอง ทำการกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง เบอร์ 1 ก่อนนำไประเหยเอกเซนโดยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ในการทดลองต้องการศึกษาปริมาณน้ำมันในการสกัด หรือระเหยเอกเซนโดย Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในการทดลองที่ต้องการศึกษาคุณภาพของน้ำมัน

ข.2 การสกัดแบบแช่

การสกัดแบบแช่ ทำการสกัดโดยบรรจุตัวอย่างที่ทำการเตรียมไว้ 5 กรัมลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จุ่มขวดรูปชมพู่ลงอ่างควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมอุณหภูมิและเวลาตามแผนการทดลอง ทำการกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง เบอร์ 1 ก่อนนำไประเหยเอกเซนโดยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ในการทดลองต้องการศึกษาปริมาณน้ำมันในการสกัด หรือระเหยเอกเซนโดย Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในการทดลองที่ต้องการศึกษาคุณภาพของน้ำมัน



ภาคผนวก ค.

การคำนวณผลผลิตน้ำมันที่ได้ในการสกัดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การคำนวณผลผลิตน้ำมันที่ได้ในการสกัดน้ำมัน

ค.1 ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (ร้อยละ)

$$\text{ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่ได้จากการสกัด}}{\text{น้ำหนักเมล็ดที่ใช้ในการสกัด}} \times 100$$

ค.2 ร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งหมด

$$\text{ร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งหมด} = \frac{\text{ปริมาณผลผลิตน้ำมัน}}{\text{ปริมาณน้ำมันทั้งหมดของเมล็ดตัวอย่าง}} \times 100$$

ตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.1

X_1	X_2	ปริมาณผลผลิต น้ำมัน (ร้อยละ)	ร้อยละของปริมาณ น้ำมันทั้งหมด
40	60	11.49	78.71

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณน้ำมันทั้งหมด} &= \frac{11.49}{14.6} \times 100 \\ &= 78.71 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	พริกานต์ แสงสว่าง
วัน เดือน ปีเกิด	29 เมษายน 2541
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนจันทร์หุ่นบำเพ็ญ พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนจันทร์หุ่นบำเพ็ญ,สายวิทยาศาสตร์- คณิตศาสตร์ พ.ศ. 2559 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	ฝึกงานที่บริษัท อายโนะโมะโต้ะ โพรเซสฟู้ดส์ จำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้