สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดด้วยวิธีตั้งทิ้งไว้, อัลตร้าโซนิค และไมโครเวฟ

COMPARISON OF GRAPE SEED OIL YIELD FROM SOAKING, ULTRASONIC AND MICROWAVE EXTRACTION

T143482

บุณยานุช ชำนาญดี

สุภาพร ชูแจ่ม

สภ.
215347
2557
เลขหมู่
เลขทะเบียน 143482
วัน,เดือน,ปี 10 มิ.ย. 2559

.b 18799557
.i

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

การเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดด้วยวิธีตั้งทิ้งไว้, อัลตร้าโซนิค และไมโครเวฟ

COMPARISON OF GRAPE SEED OIL YIELD FROM SOAKING, ULTRASONIC AND MICROWAVE EXTRACTION

นางสาวบุณยานุช ชำนาญดี

นางสาวสุภาพร ชูแจ่ม

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

Faculty of Agro-industry

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

การเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดด้วยวิธีตั้งทิ้งไว้, อัลตร้าโซนิค และไมโครเวฟ

COMPARISON OF GRAPE SEED OIL YIELD FROM SOAKING, ULTRASONIC AND MICROWAVE EXTRACTION

จัดทำโดย

นางสาวบุณยานุช ชำนาญดี รหัสนักศึกษา 53080166

นางสาวสุภาพร ชูแจ่ม รหัสนักศึกษา 53080206

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิตติชัย บรรจง

หลักสูตรวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดด้วยวิธีตั้งทิ้งไว้, อัลตร้าโซนิค และไมโครเวฟ

COMPARISON OF GRAPE SEED OIL YIELD FROM SOAKING, ULTRASONIC AND MICROWAVE EXTRACTION

จัดทำโดย

บุณยานุช ชำนาญดี รหัสนักศึกษา 53080166

สุภาพร ชูแจ่ม รหัสนักศึกษา 53080206

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 31 / ธ.ค. / 57

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดด้วยวิธีตั้งทิ้งไว้,อัลตร้าโซนิคและไมโครเวฟ(Comparison of grape seed oil yield from soaking,ultrasonic and microwave extraction)
นักศึกษา	บุณยานุช ชำนาญดี
รหัสประจำตัว	53080166
นักศึกษา	สุภาพร ชูแจ่ม
รหัสประจำตัว	53080206
หลักสูตร	วิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดจากการสกัดทั้งหมด 3 วิธี คือ การสกัดแบบตั้งทิ้งไว้ การสกัดแบบอัลตร้าโซนิคและการสกัดด้วยไมโครเวฟ โดยมีการศึกษาดังนี้ 1) ศึกษาผลของกำลังไฟฟ้า และระยะเวลาของการสกัดด้วยไมโครเวฟ 2) เปรียบเทียบปริมาณของน้ำมันที่ได้จากการลดอัตราส่วนของปิโตรเลียมอีเทอร์ลง 3) เปรียบเทียบปริมาณของน้ำมันเมล็ดองุ่นจากวิธีการสกัดแบบต่างๆและขนาดของเมล็ดองุ่นบด โดยจากการศึกษาพบว่าการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นด้วยไมโครเวฟที่ทุกระดับกำลังไฟฟ้า (100W-800W) สามารถใช้เวลาในการสกัดเพียง 10 นาที ทำให้ได้ผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่น97.99% - 99.31% ของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ในเวลา30นาที สำหรับผลการศึกษาอัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น พบว่าสามารถลดปริมาณการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ลงได้ถึง 4 เท่า(จาก1:28เหลือ1:7) โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตของปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่นที่สกัดได้ ส่วนการเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นจากการสกัดแบบตั้งทิ้งไว้, อัลตร้าโซนิค และไมโครเวฟ พบว่าเมล็ดองุ่นบดหยาบให้ปริมาณน้ำมันน้อยกว่าเมล็ดองุ่นบดละเอียดอย่างชัดเจนในทุกวิธีการสกัด และผลของการสกัดแบบอัลตร้าโซนิคพบว่ามีผลช่วยให้ผลผลิตของปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่นเพิ่มขึ้นจากการไม่ใช้อัลตร้าโซนิคในการสกัด ส่วนผลของการสกัดแบบไมโครเวฟพบว่ามีผลช่วยเพิ่มปริมาณน้ำมันอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากมีความร้อนเกิดจากคลื่นไมโครเวฟ

คำสำคัญ : การสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น,การสกัดแบบอัลตร้าโซนิค,การสกัดด้วยไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Comparison of grape seed oil yield from soaking,ultrasonic and microwave extraction
Student name	Boonyanuch Chamnandee
Student ID :	53080166
Student name	Supaporn Choojam
Student ID :	53080206
Programme	Food Process Engineering
Year	2014
Special problem advisor	Dr.Kittichai Banjong

ABSTRACT

This research aimed to examine the comparison of grape seed oil yield extraction by three methods, soaking extraction , ultrasonic extraction and microwave extraction. The following study (1) effect of power levels and duration of extraction with microwave.(2) compare the amount of oil by reducing the ratio of petroleum ether (3) compare the amount of grape seed oil extraction method, and the size of the crushed grape seeds.The results showed that the extraction of grape seed oil in a microwave at all power levels (100w-800w) took 10 minutes to extract grape seed oil yields up to. 97.99% - 99.31% of the amount of oil extracted in 30 minutes. It was found that the ratio of petroleum ether can be reduced by up to 4 times from 1:28 to 1:7 without affecting the yield of grape seed oil.Thus eliminating the need for solvents in large quantities.The comparison of grape seed oil extracted by soaking extraction, ultrasonic extraction and microwave extraction also found that the coarse grape seed oil earned less oil than the fine grape seed for all extraction methods. The yield of grape seed oil was increased slightly when using ultrasonic extraction while it was clearly increased with use of microwave because of heat during microwave extraction

Keyword : Grape seed oil extraction,Ultrasonic extraction,Microwave extraction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การเปรียบเทียบผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นสกัดด้วยวิธีตั้งทิ้งไว้, อัลตร้าโซนิคและไมโครเวฟ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษนี้ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาให้คำแนะนำ คอยเอาใจใส่เป็นอย่างดี รวมทั้งช่วยปรึกษาและแก้ไขปัญหาเพื่อให้รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความถูกต้องและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และทั้งนี้ผู้จัดทำยังต้องขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆ และช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวของผู้จัดทำ รวมถึงเพื่อนๆและพี่ๆที่ดีที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งคอยให้ความช่วยเหลือในการหาข้อมูลและให้คำปรึกษาเมื่อเกิดปัญหา จึงช่วยให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

บุณยานุช ชำนาญดี
สุภาพร ชูแจ่ม
2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII

บทที่1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ขอบข่ายของปัญหาพิเศษ 1
1.3 วัตถุประสงค์ 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 คุณสมบัติและประโยชน์ของน้ำมันเมล็ดองุ่น 3
2.2 อัลตร้าโซนิค 3
2.3 เทคโนโลยีไมโครเวฟ 18
2.4 รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
บทที่3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง
3.1 วัตถุดิบ 35
3.2 อุปกรณ์ 35
3.3 สารเคมี 36
3.4 ขั้นตอนและวิธีการ 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่4 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น....41

4.2 ผลของอัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น....43

4.3 ผลของวิธีการสกัด,ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น....44

บทที่5 สรุปผลการทดลอง

5.1 การทดลองกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น....48

5.2 การทดลองอัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น....48

5.3 การทดลองวิธีการสกัด,ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น....49

บรรณานุกรม....50

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก....57

ภาคผนวก ข....60

ภาคผนวก ค....62

ประวัติผู้เขียน....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลของกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น 42

4.2 ผลของกำลังไฟฟ้าและช่วงระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น 42

4.3 ผลของอัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น 44

4.4 ผลของวิธีการสกัด, ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อ
ปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น 45

4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ลดลง (Yield Decreasing) เพื่อเปรียบเทียบ
ผลผลิตของผงเมล็ดองุ่นหยาบกับผลผลิตของผงเมล็ดองุ่นละเอียด 46

4.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (Yield Increasing) เมื่อเปรียบเทียบ
การใช้อัลตร้าโซนิคช่วยสกัดและวิธีการใช้ไมโครเวฟ กับวิธีการตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 คลื่นความถี่ของอัลตร้าซาวน์ในช่วงต่าง ๆ 4
2.2 อ่างอัลตร้าโซนิค 5
2.3 อ่างอัลตร้าโซนิคแบบคัพฮอร์น 6
2.4 ลักษณะของฮอร์นชนิดต่างๆ 7
2.5 ระบบอัลตร้าโซนิคแบบโพรบ 7
2.6 การเกิดฟองอากาศในตัวกลางเนื่องจากคลื่นอัลตร้าซาวน์ 9
2.7 การเกิดฟองอากาศในตัวกลางเนื่องจากคลื่นอัลตร้าซาวน์ 10
2.8 ผลของคลื่นอัลตร้าซาวน์ต่อกิจกรรมเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส 14
2.9 ภาพระบบปิดและระบบเปิดของการสกัดด้วยไมโครเวฟ 19
2.10 การเปรียบเทียบระหว่างการสกัดแบบเดิมและการสกัดแบบไมโครเวฟ 22
2.11 ระบบของเตาไมโครเวฟ 23
2.12 เตาไมโครเวฟโดยทั่วไป 24
2.13 ภาพตัดขวางของแมกนีตรอน 25
2.14 ภาพตัดขวางของแอโนดในแมกนีตรอน 26
4.1 ผลของกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการสกัดที่มีต่อปริมาณผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่น 43
4.2 ผลของวิธีการสกัด, ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต
น้ำมันเมล็ดองุ่น 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาให้ความสนใจกับปัญหาสุขภาพกันเป็นอย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันผู้คนต้องเจอกับมลภาวะต่างๆที่เพิ่มมากขึ้นทุกวันซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของสุขภาพ รวมถึงทุกวันนี้ผู้คนยังให้ความสนใจในเรื่องความสวยความงามกันมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นทั้งเพศหญิงและเพศชาย น้ำมันสกัดจากเมล็ดองุ่นนั้นเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีต่อร่างกาย เช่น นำมาเป็นส่วนผสมในการบำรุงผิวหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต่างๆ น้ำมันสกัดจากเมล็ดองุ่นช่วยให้ผนังหลอดเลือดแข็งแรง ลดความเสี่ยงต่อการจับตัวของก้อนเลือดและลด LDLs(ไขมันชนิดไม่ดี) จึงช่วยป้องกันเกี่ยวเกี่ยวกับระบบหลอดเลือดและหัวใจได้ดี นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติช่วยลดริ้วรอยและทำให้ผิวหนังยืดหยุ่นมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วเมล็ดองุ่นมักจะเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตไวน์และไม่ได้ถูกเอาไปใช้ประโยชน์ใดๆ ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดในการนำเมล็ดองุ่นมาทำการสกัดน้ำมัน ซึ่งการสกัดโดยทั่วไปนั้นนิยมสกัดแบบวิธีดั้งเดิม เช่น การสกัดแบบใช้ความร้อนกับตัวทำละลาย แต่การสกัดแบบวิธีดั้งเดิมนั้นมีข้อเสียคือ สารสกัดจะมีประสิทธิภาพต่ำและใช้เวลานานในการสกัด จึงได้ทำการสกัดโดยใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคและการสกัดด้วยไมโครเวฟ ซึ่งการสกัดแบบนี้สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดและยังสามารถช่วยลดเวลาในการเตรียมตัวอย่างและลดปริมาณตัวทำละลายได้เมื่อเทียบกับวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม ปัญหาพิเศษนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบผลผลิตของปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่นที่ได้จากการสกัดโดยวิธีต่างๆที่แตกต่างกัน

1.2 ขอบข่ายของปัญหาพิเศษ

ปัญหาพิเศษนี้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลผลิตของปริมาณของน้ำมันเมล็ดองุ่นที่ทำการสกัดทั้งหมด3วิธี คือการสกัดโดยการตั้งทิ้งไว้,สกัดโดยใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคและสกัดด้วยไมโครเวฟ วัตถุดิบที่ใช้คือ เมล็ดองุ่นแดงพันธุ์ป๊อกดำ (Pokdum)และตัวทำละลาย (Solvent)ที่ใช้ในการสกัดคือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum Ether) สกัดแบบไมโครเวฟโดยการใช้กำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่แตกต่างในการสกัดเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่น และทำการสกัดโดยใช้เมล็ดองุ่นบดหยาบและเมล็ดองุ่น แบบบดละเอียดเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของปริมาณน้ำมันที่ได้ และยังทำการสกัดโดยการลดอัตราส่วนของปริมาณปิโตรเลียมอีเทอร์ลงเพื่อที่จะทราบว่าเราสามารถลดปริมาณของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดได้หรือไม่โดยที่ได้ผลผลิตของปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่นไม่แตกต่างจากการใช้ตัวทำละลายปริมาณมากในการสกัด

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาผลของระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาของการสกัดด้วยไมโครเวฟที่ทำให้ได้ผลผลิตของปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่นมากที่สุด

1.3.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของน้ำมันเมล็ดองุ่นที่สกัดได้จากการลดอัตราส่วนของปิโตรเลียมอีเทอร์ลง

1.3.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของน้ำมันเมล็ดองุ่นที่สกัดได้จากวิธีที่แตกต่างกัน 3วิธี คือการสกัดแบบตั้งทิ้งไว้ การสกัดด้วยอัลตร้าโซนิคและการสกัดด้วยไมโครเวฟ

1.3.4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของน้ำมันเมล็ดองุ่นที่สกัดได้จากเมล็ดองุ่นบดหยาบและเมล็ดองุ่นแบบบดละเอียด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบผลของกำลังไฟฟ้าและช่วงระยะเวลาของการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นแบบไมโครเวฟ

1.4.2 ได้ทราบผลของวิธีการสกัดน้ำมันที่ทำให้ได้ผลผลิตของปริมาณน้ำมันเมล็ดองุ่นมากที่สุด

1.4.3 ได้ทราบผลการเปรียบเทียบปริมาณของน้ำมันเมล็ดองุ่นระหว่างการสกัดจากเมล็ดองุ่นบดหยาบกับการสกัดจากเมล็ดองุ่นบดละเอียด

1.4.4 ได้ทราบผลของการลดปริมาณของปิโตรเลียมอีเทอร์ที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติและประโยชน์ของน้ำมันเมล็ดองุ่น

น้ำมันจากเมล็ดองุ่นนั้นประกอบด้วยกรดไขมันและโทโคฟีรอลที่มีประโยชน์และมีคุณค่าทางโภชนาการ (วิตามิน E) (El-Mallah, and Murui, 1993) มากไปกว่านั้น ก็เป็นแหล่งพลังงานที่มีความเข้มข้นสูงของกรดไลโนเลอิค (76%) น้ำมันจากเมล็ดองุ่นนั้นมีจุดที่ทำให้เป็นควันอยู่ที่ 320°F (160°C) ที่สามารถใช้อย่างปลอดภัยได้ในการทำอาหารในฐานะที่เป็นอาหารไขมันต่ำ และสามารถนำมาใช้ในการเป็นน้ำสลัด มาการีน การนำไปทอด อบสลัด และการผัดด้วยไฟอ่อนๆ และยังเหมาะสำหรับการทำฟองดูเนื้อ แต่มีข้อเสียคือ เก็บไว้ได้ไม่นาน มีอายุการเก็บเพียงแค่ 3 – 6เดือนเท่านั้น น้ำมันเมล็ดองุ่นยังสามารถเป็นน้ำมันที่ใช้ในการนวด โดยช่วยให้ผิวหนังสามารถคงไว้ (โครงสร้างปกติของเอพิเทเลียม และเซลล์ประสาททั่วไป) และถูกใช้ในการเป็นโลชั่นเพื่อป้องกันจากการที่ผิวถูกทำลายจากแสงแดด ผลิตภัณฑ์สำหรับเส้นผม ครีมทาร่างกาย ลิปบาล์ม และครีมทามือ (Joshi et al., 2001).

2.2 อัลตร้าโซนิค

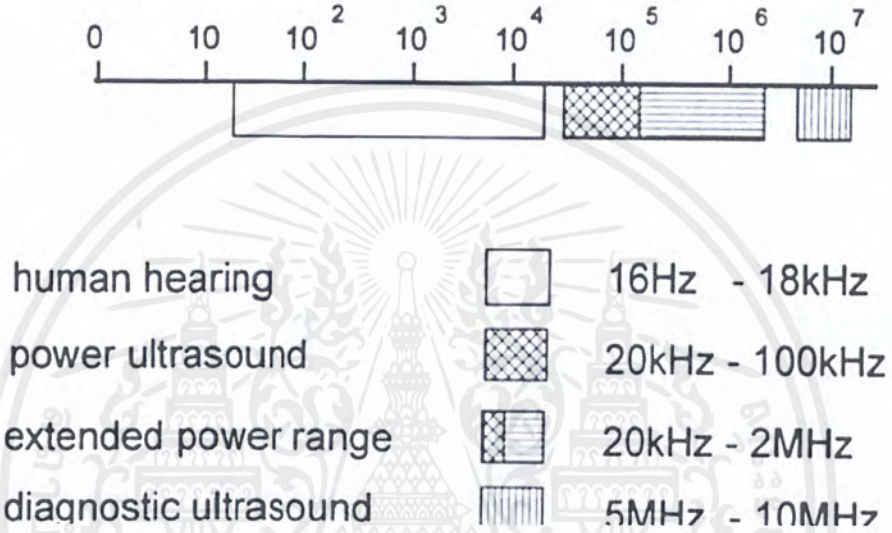
การสกัดด้วยวิธีธรรมดานั้นพบว่าสารสกัดที่ได้ยังคงมีประสิทธิภาพต่ำ ทั้งในแง่ของปริมาณสารที่สกัดได้ เวลาที่ใช้ในตัวสกัดทำละลายซึ่งเป็นอันตราย ในปัจจุบันจึงมีวิธีสกัดด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคมาใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อลดระยะเวลาในการสกัดและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัด การใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคในกระบวนการแปรรูปอาหาร แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคกำลังต่ำหรือความถี่สูง (Low Power or High Frequencies) มีความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 100 KHz - 1MHz (ให้พลังงานในช่วงประมาณ < 1 Wcm-2) ซึ่งใช้ในด้านการวิเคราะห์เป็นส่วนใหญ่

2) การใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคกำลังสูงหรือความถี่ต่ำ (High Power or Low Frequencies) หรือที่เรียกว่า พาวเวอร์อัลตร้าโซนิค (Power Ultrasonic) มีความถี่ประมาณ 20 – 100 KHz (ให้พลังงานในช่วงประมาณ 1-10 Wcm-2) ที่มักนำมาประยุกต์ในกระบวนการแปรรูปอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้พาวเวอร์อัลตร้าโซนิคในกระบวนการแปรรูปอาหาร ทำให้เกิดผลต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของอาหาร เนื่องจากคลื่นดังกล่าวทำให้เกิดปรากฏการณ์คาวิเตชั่น (Cavitation) และส่วนมากใช้คลื่นความถี่ในช่วง 20-40 KHz ซึ่งเป็นความถี่ที่สร้างขึ้นจากอัลตร้าโซนิคทั่วไปที่ใช้ในการหาความสะอาด การทำให้เซลล์แตกและในการขึ้นรูปพลาสติก เป็นต้น (Vilkhu et al., 2008)



ภาพที่ 2.1 คลื่นความถี่ของอัลตร้าซาวน์ในช่วงต่าง ๆ
ที่มา : Mason (1998)

2.2.1 ประเภทของเครื่องอัลตร้าโซนิค (ultrasonic reactor)

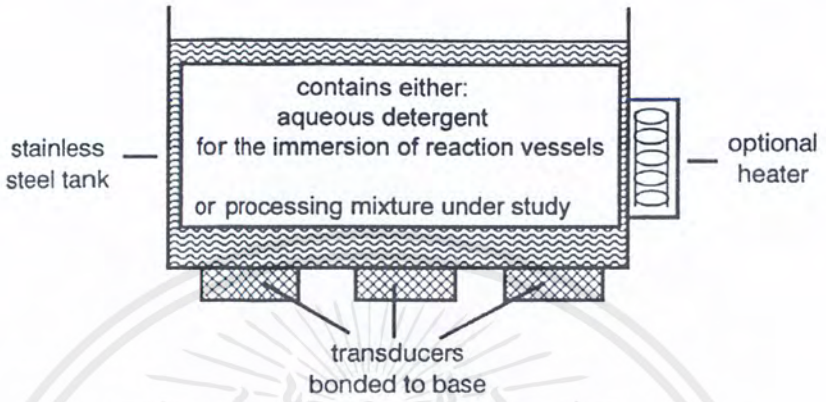
เครื่องอัลตร้าโซนิคที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบันมีความแตกต่างกันตรงที่การออกแบบแหล่งกำเนิดไฟฟ้า แหล่งกำเนิดคลื่นและตัวเครื่องหรือเซลที่ใช้ร่วมกับแหล่งกำเนิดคลื่น โดยสามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1) อ่างอัลตร้าโซนิค (ultrasonic baths)

อ่างอัลตร้าโซนิคเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและมีการนำมาใช้เป็นเวลานานแล้วโดยเฉพาะในห้องปฏิบัติการเนื่องจากมีราคาไม่แพงเมื่อเปรียบเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องที่ใช้ระบบโพรบโดยทั่วไปทรานส์ดิวเซอร์จะติดอยู่กับบริเวณฐานด้านล่างของอ่าง และความถี่ที่ใช้งานส่วนใหญ่ประมาณ 40 kHz อ่างอัลตร้าโซนิคมีลักษณะดังภาพที่ 2.2



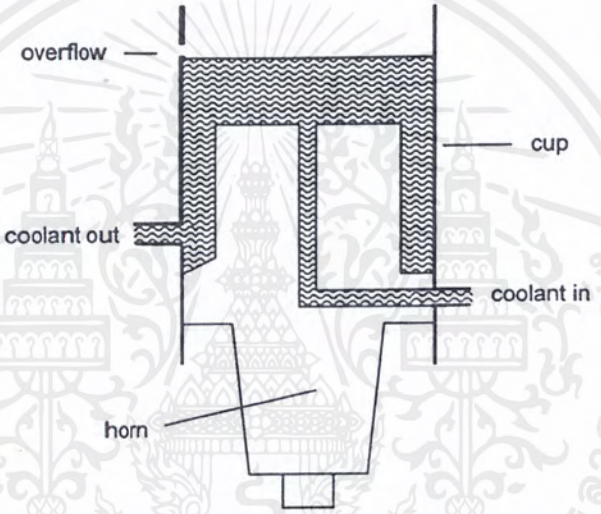
ภาพที่ 2.2 อ่างอัลตร้าโซนิค
ที่มา : Mason (1998)

สำหรับอ่างอัลตร้าโซนิคนั้นพลังงานสูงสุดที่สร้างได้จะอยู่ตรงบริเวณระดับความสูงค่าหนึ่งตลอดความลึกของอ่าง ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดคลื่นจากการสะท้อน (reflection) ของคลื่นอัลตร้าซาวน์ที่ถูกสร้างขึ้นตรงบริเวณรอยต่อระหว่างอากาศและของเหลว ซึ่งแยกโดยระยะทางที่เทียบเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียงของของเหลวภายในอ่าง (สำหรับน้ำ มีค่า λ = 37 มิลลิเมตรที่ความถี่ 40 kHz) ดังนั้นถ้าระดับน้ำในอ่างลดลงต่ำกว่าค่า λ จะมีผลทำให้ไม่สามารถทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีพลังงานสูงได้

อ่างอัลตร้าโซนิคนั้นมีอุปกรณ์เสริมประเภทต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้น เช่น อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ (thermostatically controlled heating) อุปกรณ์กระจายคลื่น (frequency sweeps) ที่ทำให้แคปติเวชันเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ปรับระดับพลังงาน สวิทช์เปิดปิดแบบจังหวะหรือนาฬิกาจับเวลา เป็นต้น อ่างอัลตร้าโซนิคทั่วไปมักจะให้พลังงานต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายจากแคปวิเตชันที่เกิดขึ้นตรงบริเวณผนังด้านในของอ่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นของเหลวที่เติมในอ่างมักมีปริมาณมากทำให้ปริมาณพลังงานมีค่าลดลง รูปแบบของอ่างอัลตร้าโซนิคอีกประเภทหนึ่งเรียกว่าคัพฮอร์น (cup horn) แสดงดังภาพที่2.3โดยจัดว่าเป็นอ่างอัลตร้าโซนิคที่สร้างพลังงานได้สูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณผิวหน้าที่เกิดคลื่นอัลตร้าซาวน์ซึ่งติดอยู่กับทรานส์ดิวเซอร์จะสัมผัสโดยตรงกับของเหลว และลักษณะการทำให้เกิดพลังงานหรือคลื่นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องและระดับของของเหลวซึ่งมีความสำคัญมาก

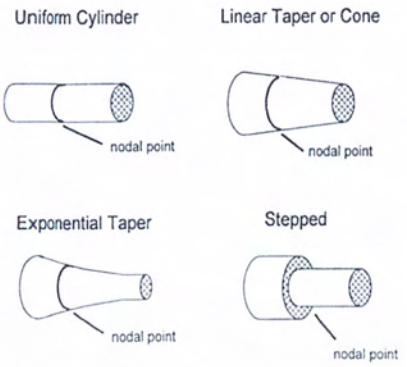


ภาพที่ 2.3 อ่างอัลตร้าโซนิคแบบคัพฮอร์น
ที่มา : Mason (1998)

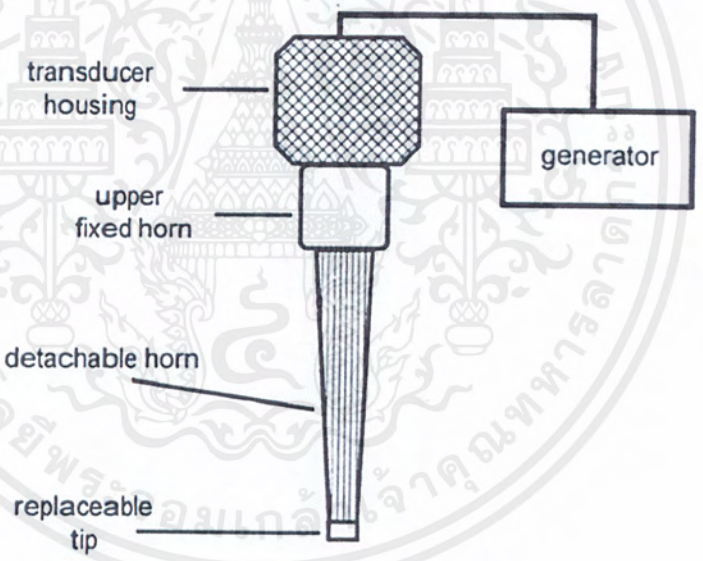
2) ระบบอัลตร้าโซนิคแบบโพรบ (ultrasonic probe systems)

ในการขยายพลังงานหรือคลื่นเสียงที่เกิดขึ้นจากทรานส์ดิวเซอร์นั้น โดยทั่วไปจะนำทรานส์ดิวเซอร์มาต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่าฮอร์น (horn) ลักษณะของฮอร์นจะมีความแตกต่างกันออกไปดังภาพที่2.4 โดยฮอร์นส่วนใหญ่จะให้ขนาดของความยาวคลื่นครึ่งหนึ่งหรือเป็นพหุคูณกับความยาวของคลื่นเสียงของวัสดุที่นำมาผลิต ระบบอัลตร้าโซนิคแบบโพรบแสดงดังภาพที่2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ลักษณะของฮอร์นชนิดต่างๆ
ที่มา : Mason (1998)



ภาพที่ 2.5 ระบบอัลตร้าโซนิคแบบโพรบ
ที่มา : Mason (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) อุปกรณ์ที่ใช้ระบบแผ่นสั่นคู่ขนาน (equipment involving parallel vibrating plates)

ระบบนี้พบว่าเป็นทางเลือกที่ดีในการนำคลื่นอัลตร้าซาวน์มาใช้กับงานที่มีลักษณะต่อเนื่อง โดยผลิตภัณฑ์จะได้รับคลื่นอัลตร้าซาวน์อย่างสม่ำเสมอในระหว่างทางที่ไปยังเครื่อง อัลตร้าโซนิคซึ่งทำให้เกิดการสั่นที่บริเวณผนังด้านในตัวเครื่อง เมื่อแผ่นดังกล่าวเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันมากขึ้นจะมีผลทำให้การลดทอนพลังงาน (attenuation) ของคลื่นเสียงภายในของเหลวมีค่าต่ำสุดและไม่เกิดคลื่น ข้อดีของระบบแผ่นสั่นคู่ที่ติดตั้งในแต่ละด้านของของเหลวเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบแผ่นสั่นแผ่นเดียวคือคลื่นพลังงานที่เกิดขึ้นก่อนที่จะส่งถ่ายไปยังของเหลวจะสะท้อนไปยังแผ่นที่สั่นอีกแผ่นหนึ่งที่อยู่ตรงกันข้าม ทำให้ผลที่เกิดจากแรงกลมีค่าสูงสุด

4) ระบบการสั่นตามแนวรัศมี (radial vibrating systems)

ในการให้พลังงานคลื่นอัลตร้าซาวน์กับของเหลวที่ไหลอยู่ภายในท่อนั้น วิธีที่ดีที่สุดคือการใช้การสั่นของท่อเพื่อทำให้เกิดคลื่นพลังงานขึ้น ซึ่งจะทำให้อัตราการไหลมีค่าสูงขึ้นรวมทั้งใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ที่มีความข้นหนืดสูงได้ลักษณะการตัดขวางของท่อดังกล่าวมีความสำคัญโดยท่อทรงกระบอกที่สั่นจะทำให้เกิดคลื่นอัลตร้าซาวน์สูงสุดตรงบริเวณกึ่งกลางของท่อเช่นเดียวกับท่อที่มีลักษณะหกเหลี่ยมและการเกิดพลังงานน้อยกว่าตรงบริเวณที่ใกล้พื้นผิวด้านในของท่อมีผลดีคือช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการกัดกร่อนตรงบริเวณดังกล่าว การนำทรานส์ดิวเซอร์มาเชื่อมติดกับท่อโลหะโดยตรง ทำให้สามารถเกิดคลื่นในแนวรัศมีและเกิดบัพ (nodes) และปฏิบัพ (antinodes)เป็นช่วงระยะเท่ากับ $\lambda/2$ ตามความยาวของท่อ

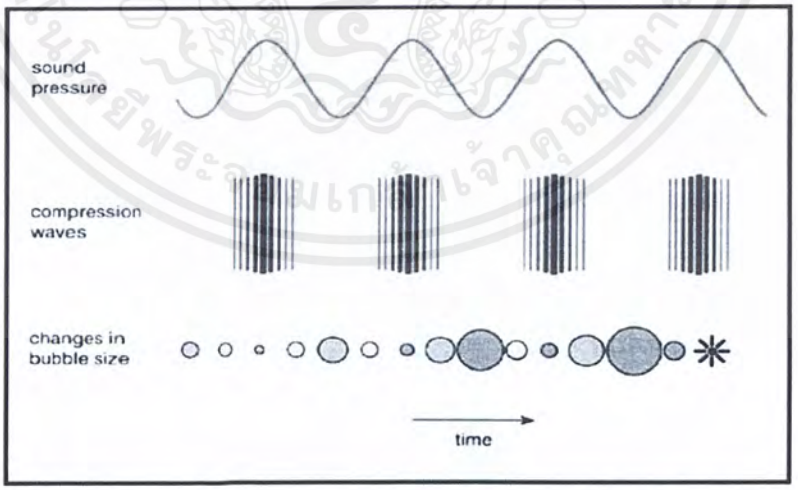
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 กลไกการสกัดด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค

คลื่นอัลตร้าโซนิคเป็นคลื่นเสียงที่ส่งผ่านของเหลวด้วยพลังงานที่เหมาะสมโดยปกติเป็น 5-10 วัตต์ต่อตารางนิ้ว หรือ 3.2-6.4 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร คลื่นเสียงนี้สามารถทำให้เกิดการสั่นของน้ำประมาณ 48,000 รอบต่อวินาที เมื่อปล่อยคลื่นอัลตร้าโซนิคผ่านน้ำจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเชิงกลจากความกดอัดของของเหลวหรือที่เรียกว่าปรากฏการณ์คาวิเตชั่น (Vilkhu et al., 2008)

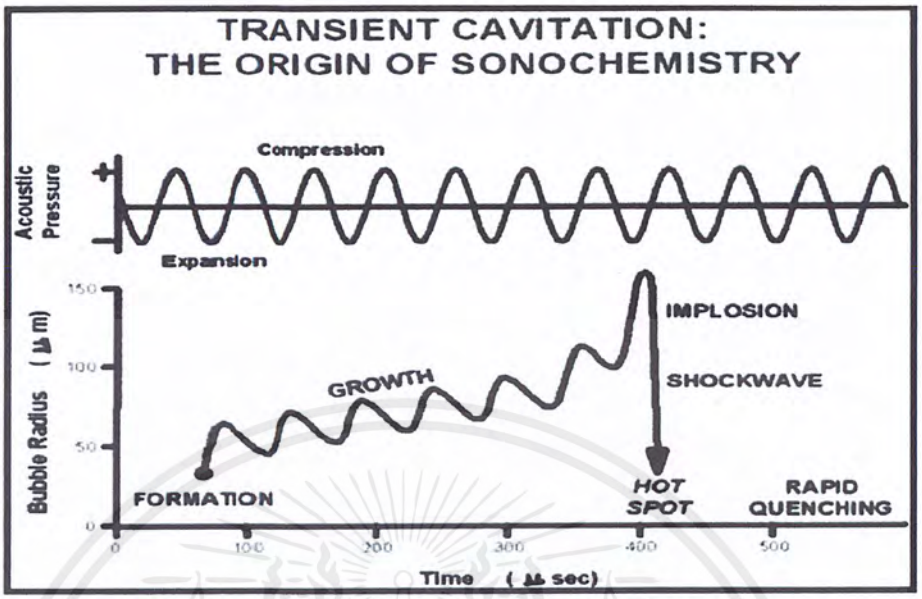
2.2.3 ปรากฏการณ์คาวิเตชั่น (Cavitation)

ปรากฏการณ์แคปวิเตชันหมายถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวกลางหรือสารละลายที่ได้รับคลื่นเสียงอัลตร้าซาวน์ โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและทางกายภาพ (จากแรงกล) เนื่องมาจากฟองอากาศ (bubbles) ที่เกิดขึ้น ซึ่งการที่ฟองอากาศเกิดขึ้นได้นั้นเนื่องมาจากโครงสร้างของของเหลวที่ได้รับคลื่นอัลตร้าซาวน์จะถูกบีบอัด (compress) และคลายตัว (stretch) ซ้ำไปมาเป็นจำนวนหลายพันรอบ ทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นแสดงดังภาพที่ 2.6 และฟองอากาศที่เกิดขึ้นภายในของเหลวนี้จะสัมผัสกับแรงสั่นที่เกิดจากคลื่นอัลตร้าซาวน์เป็นระยะและเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างกัน (Atchley and Crum, 1998) เป็นผลให้ฟองอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้นไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแตกออกในที่สุดดังภาพที่2.7



ภาพที่ 2.6 การเกิดฟองอากาศในตัวกลางเนื่องจากคลื่นอัลตร้าซาวน์
ที่มา : Suslick (1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 การเกิดฟองอากาศในตัวกลางเนื่องจากคลื่นอัลตร้าซาวน์
ที่มา : Suslick (1994)

Frizzell (1988) รายงานว่าแคปวิเตชั่นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แคปวิเตชั่นแบบถาวร (stable cavitation) และแคปวิเตชั่นแบบชั่วคราว (transient cavitation) ซึ่งแต่ละแบบจะมีผลทำให้พฤติกรรมหรือลักษณะของฟองแก๊สที่ได้รับคลื่นอัลตร้าซาวน์แตกต่างกันออกไป โดยแคปวิเตชั่นแบบถาวรจะเกิดขึ้นเมื่อฟองอากาศหรือฟองแก๊สเกิดการสั่นแกว่ง (oscillate) เมื่อได้รับคลื่นอัลตร้าซาวน์เป็นจำนวนหลายรอบของการสั่นแต่ไม่เกิดการแตกของฟองอากาศหรือฟองแก๊สดังกล่าว ซึ่งฟองอากาศหรือฟองแก๊สนี้อาจจะเพิ่มขนาดขึ้นจนถึงขนาด เรโซแนนซ์ (resonance size) (เป็นขนาดของฟองแก๊สที่มีความถี่ธรรมชาติเท่ากันกับความถี่ในการสั่นแบบบังคับ) ส่วนแคปวิเตชั่นแบบชั่วคราวนั้น เกิดขึ้นในระยะการบีบอัดของฟองแก๊ส (compression phase) ในของเหลวที่ได้รับความเครียด (tension stress) ที่เกิดขึ้นขณะเริ่มเกิดการขยายตัวของฟองแก๊ส ซึ่งมีผลทำให้การแตกของฟองแก๊สเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หรืออาจเกิดจากฟองแก๊สเกิดการสั่นแกว่งและขยายขนาดเพิ่มขึ้นในลักษณะคงที่ในระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะแตกออกอย่างรวดเร็วเมื่อฟองแก๊สนั้นขยายขนาดขึ้นเมื่อถึงขนาดที่จำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sala et al. (1995) รายงานว่าในสภาวะที่ฟองอากาศแตกนั้นพบว่าทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 5,000 เคลวิน (K) และความดันสูงถึง 2,000 atm ในบริเวณจุดที่เกิดคลื่นกระแทก (shock waves) ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างการเกิดการขยายและหดตัวของฟองแก๊สนั้น จะเกิดสมดุลขึ้นระหว่างความดันไอภายในและภายนอกฟองแก๊สและพื้นที่ผิวของฟองแก๊สขณะขยายตัวจะมีมากกว่าพื้นที่ผิวของฟองแก๊สขณะหดตัว จึงเป็นผลให้การซึมผ่านของแก๊สในขณะที่ขยายตัวเกิดขึ้นได้มากกว่าและฟองแก๊สนี้จะขยายตัวเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนรอบความถี่เพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนของอัตราการซึมผ่านของแก๊สในขณะขยายตัวต่ออัตราการซึมผ่านของแก๊สในขณะถูกอัดจะเพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบจนกระทั่งฟองแก๊สมีขนาดเรโซแนนซ์ ซึ่งทำให้ช่องว่างภายในฟองแก๊สมีขนาดโตขึ้นอย่างรวดเร็วภายในหนึ่งรอบของการสั่น และเนื่องจากพลังงานที่ได้รับจากคลื่นอัลตร้าซาวน์ไม่เพียงพอในการคงสภาวะของแก๊สหรือไอ จึงทำให้เกิดการควบแน่น (condensation) ขึ้นทันทีทันใด โดยโมเลกุลที่ควบแน่นนั้นจะชนซึ่งกันและกันอย่างรุนแรง ทำให้เกิดคลื่นกระแทกขึ้นและเกิดจุดหรือบริเวณเล็กๆ ที่มีอุณหภูมิและความดันที่สูงมาก (Suslick, 1988) และเป็นที่เชื่อกันว่าปรากฏการณ์นี้เป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญที่เกิดในระหว่างที่ของเหลวได้รับคลื่นอัลตร้าซาวน์ ซึ่งทันทีที่ฟองแก๊สหรือฟองอากาศแตกจะเกิดการปลดปล่อยพลังงานที่ใช้ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีหรือสร้างวิถีของปฏิกิริยา (reaction pathway) หรือทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากปฏิกิริยาเดิมจากสภาวะปกติ Williams (1994) รายงานว่าในการพูดคุยทั่วไป พบว่ากำลังของเสียง (sound power levels) มีค่าประมาณ 10^{-7} Wm^{-2} และเครื่องขุดเจาะถนน (pneumatic drill) ที่มีความดังของเสียง 110 dB จะให้ค่ากำลังของเสียงที่ประมาณ 10^{-1} Wm^{-2} แต่ในส่วนของคลื่นอัลตร้าซาวน์กำลังสูง (high power ultrasound) พบว่าค่าระดับกำลังของเสียงอยู่ในช่วง 10^{3} to 10^{6} Wm^{-2} (ที่ 10^{6} Wm^{-2} พบว่าอัลตร้าซาวน์จะสามารถเจาะทะลุแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ได้ภายใน 30วินาที) และความดันที่เกิดขึ้นจะสูงถึง 10^{4} atm และมีอุณหภูมิสูงประมาณ 1,000 ถึง 1,500 K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การประยุกต์ใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคในการช่วยสกัด

การประยุกต์ใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคเป็นเทคนิคพื้นฐานของห้องปฏิบัติการเพื่อช่วยในการสกัดคลื่น อัลตร้าโซนิคจะช่วยกระตุ้นเพื่อให้ได้สารสกัดที่ต้องการมากขึ้นและช่วยให้สกัดได้รวดเร็วและสมบูรณ์ (Vilkhu et al., 2008)

1)การสกัดสมุนไพรและน้ำมัน

คลื่นอัลตร้าโซนิคถูกใช้งานในอุตสาหกรรมพฤกษเภสัชภัณฑ์ในรูปคลื่นช่วงกว้างในการสกัดสมุนไพร เช่น ดอกเฟนเนล ดอกฮ็อป ดอกดาวเรืองและมินต์ และในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันถั่วเหลืองที่ใช้ในครัวเรือน (Edible oil industry) เพื่อให้การสกัดมีประสิทธิภาพดีขึ้นและลดเวลาที่ใช้ในการสกัดคลื่นอัลตร้าโซนิคก่อให้เกิดปรากฏการณ์คาวิเตชั่น (Cavitation) ที่ทำให้เพิ่มอัตราการซึมผ่านได้ของเนื้อเยื่อการแตกของผนังเซลล์ ภายใต้สภาวะอัลตร้าโซนิคจะทำให้สารที่ต้องการสกัดสามารถออกมาได้สะดวกขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการสกัดด้วยตัวทำละลายแบบธรรมดา ความสำคัญนี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของความดันไอของตัวทำละลายและแรงตึงผิวของ คาวิเตชั่น (Haizhou et al., 2004)

2)การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากวัสดุพืช

การประยุกต์ใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคในเชิงวิทยาศาสตร์อาหารนิยมใช้งานที่กำลังสูญเสียเพื่อสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยมุ่งเน้นไปที่โพลีฟีนอลและแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ในระบบการสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย การทดลองใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงผลผลิตที่ได้จากการสกัดเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 6-35 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองการสกัดกากองุ่นพันธุ์ Shiraz และ Sangiovese ด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคโดยได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นถึง 17 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Vilkhu et al., 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การประยุกต์ใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ในกระบวนการแปรรูปอาหาร

การนำคลื่นอัลตร้าซาวน์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหารนั้น มีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามชนิดหรือประเภทของอาหารและวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ Mason (1998) รายงานการประยุกต์ใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ในกระบวนการแปรรูปอาหารโดยแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆดังต่อไปนี้

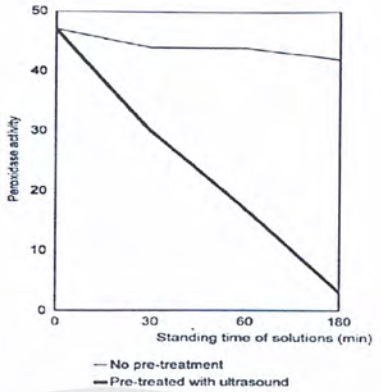
1) กระบวนการออกซิเดชัน (oxidation process)

มีการนำคลื่นอัลตร้าซาวน์มาใช้ในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่นปฏิกิริยาการบ่ม (aging) ของผลิตภัณฑ์หมัก เช่น ไวน์และสุรากลั่น โดยทำให้เกิดกลิ่นรสและรสชาติที่เฉพาะตัวในช่วงระยะเวลาการบ่มที่สั้นลง เช่นมีการศึกษาการใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ขนาด 1 MHz แก่ผลิตภัณฑ์หมักดังกล่าว ซึ่งทำให้อัตราส่วนระหว่างแอลกอฮอล์ต่อเอสเทอร์เกิดความสมดุลและช่วยให้เกิดลักษณะปรากฏที่ดีและในส่วนของวิสกี้ (whisky) พบว่าช่วยลดเวลาในการบ่มให้ต่ำกว่า 1 ปีได้

2) ปฏิกิริยาเอนไซม์ (enzyme reactions)

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ากิจกรรมเอนไซม์ต่างๆจะถูกยับยั้งได้เนื่องจากการเกิดแคปวิเตชัน ตัวอย่างเช่น มีการศึกษาการใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ขนาด 20 kHz ที่กำลัง 371 W.cm-2 แก่ เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส(peroxidase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่พบในผักและผลไม้สดและเป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นให้เกิดรสชาติผิดปกติและทำให้เกิดสีน้ำตาลเมื่อให้คลื่นอัลตร้าซาวน์ขนาดดังกล่าวแก่เอนไซม์ในฟอสเฟสบัฟเฟอร์ pH 7.0 ที่อุณหภูมิ 20°ซ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์นี้ลดลง 90%แสดงดังภาพที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 ผลของคลื่นอัลตร้าซาวน์ต่อกิจกรรมเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (เส้นหนาคือเอนไซม์ที่ให้คลื่นอัลตร้าซาวน์ขนาด 20 kHz ในฟอสเฟสบัฟเฟอร์ pH 7.0ที่อุณหภูมิ 20°ซ)

ที่มา : Mason (1998)

นอกจากนั้นยังมีรายการศึกษาการทนต่อคลื่นอัลตร้าซาวน์ของเอนไซม์ชนิดต่างๆ พบว่าสามารถเรียงลำดับความทนได้ดังนี้ ออกซิเดส (oxidase) < คะตะเลส (catalase) (ที่ความเข้มข้นต่ำ) <รีดักเตส (reductase)และอะมัยเลส (amylase)

3) การกระตุ้นเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (stimulation of living cells)

มีรายงานการศึกษาการใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ช่วยในการผลิตโยเกิร์ต โดยพบว่าสามารถลดเวลาในการผลิตลงถึง 40% และยังช่วยปรับปรุงลักษณะของโยเกิร์ต เช่นเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น นอกจากนั้นคลื่นอัลตร้าซาวน์ยังสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชได้ ทำให้ปริมาณผลผลิตในการผลิตขนาดใหญ่เพิ่มสูงขึ้นโดยคลื่นอัลตร้าซาวน์จะเหนี่ยวนำให้การงอกของเมล็ดเกิดได้รวดเร็วขึ้นรวมทั้งกระตุ้นให้รากงอกได้เร็วขึ้น เช่น ในเมล็ดทานตะวันเมื่อ เมื่อทดลองให้คลื่นอัลตร้าซาวน์พบว่าจะสามารถงอกในดินได้ดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้รับคลื่นถึง 3 เท่า หรือในมะเขือเทศซึ่งพบว่าเมล็ดของมะเขือเทศที่ได้รับคลื่นอัลตร้าซาวน์จะลดระยะเวลาการสุกได้เป็นระยะเวลาถึง 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) กระบวนการสเตอริไลเซชัน (sterilization)

มีการนำคลื่นอัลตร้าซาวน์มาใช้ในการทำความสะอาด โดยช่วยลดการปนเปื้อนที่บริเวณพื้นผิว(surface decontamination) เนื่องจากการเกิดคลื่นกระแทกขนาดเล็ก (microjet) จากการที่ฟองอากาศเกิดการแตกและมีทิศทางพุ่งเข้าสู่พื้นผิวด้วยความเร็วสูง เป็นผลให้สิ่งสกปรกและแบคทีเรียที่เกาะติดอยู่ที่บริเวณพื้นผิวหลุดออกและนอกจากนั้นยังสามารถใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ในการทำลายแบคทีเรียที่ปนเปื้อนบนผิวของไข่โดยใช้ร่วมกับสารฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (bactericide) และคลื่นอัลตร้าซาวน์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมีเนื่องจากทำให้เซลล์แบคทีเรียที่เกาะกลุ่มกันอยู่เกิดการแตกกระจายเป็นผลให้สารเคมีสามารถสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์ได้มากยิ่งขึ้น

5) การใช้อัลตร้าซาวน์ในการทำให้เกิดอิมัลชัน (ultrasonic emulsification)

คลื่นอัลตร้าซาวน์ทำให้อิมัลชันเสถียรขึ้น เนื่องจากการที่ฟองอากาศเกิดการแตกตรงบริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างเฟส (phase boundary) ของของเหลวสองชนิดที่เข้ากันไม่ได้ ซึ่งคลื่นกระแทกที่มีแรงดันสูงที่เกิดขึ้นจะทำให้การผสมและเข้ากันได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นการใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ในแบบที่เรียกว่าลิควิดวิเทิล (liquid whistle) สามารถใช้ในกระบวนการผลิตที่ไหลอย่างต่อเนื่อง(flow processing) และสามารถเชื่อมต่อกับระบบประมวลผลได้ ทำให้สามารถเพิ่มปริมาตรในการผลิตได้สูงถึง 12,000 ลิตรต่อชั่วโมง เช่นในการผลิตน้ำผลไม้ ซอสมะเขือเทศและมายองเนส เป็นต้น

6) การสกัด (extraction)

คลื่นอัลตร้าซาวน์จะช่วยทำให้ตัวทำละลายแทรกซึมเข้าไปในวัสดุที่นำมาสกัดได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทมวลสาร (mass transfer) เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนั้นคลื่นอัลตร้าซาวน์ยังไปทำลายพื้นผิวที่บริเวณผนังเซลล์และภายในเซลล์ทำให้สารที่ต้องการสกัดสามารถออกมาได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น การสกัดน้ำตาลออกจากหัวบีท (sugar beets) การสกัดโปรตีนจากสาหร่ายและจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน การสกัดสารในชาออกจากใบชาในการผลิตชาสำเร็จรูปละลายได้ทันที เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (meat products)

การใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์จะช่วยสกัดสารพวกโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือที่อยู่ในเนื้อสัตว์ออกมาได้เพิ่มมากขึ้น โดยใช้ร่วมกับสารละลายเกลือ ซึ่งคลื่นอัลตร้าซาวน์จะไปทำลายโครงสร้างไมโอไฟบริล (myofibrils) ภายในเนื้อสัตว์ และทำให้สารละลายภายในเซลล์ไหลออกมา เป็นผลให้เนื้อสัตว์เกาะติดกันได้ดีขึ้น นอกจากนั้นคลื่นอัลตร้าซาวน์ยังทำให้เนื้อสัตว์มีความนุ่มเพิ่มขึ้น โดยมีผลทำลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissues) ทำให้มีปริมาณลดลง

8) การตกผลึก (crystallization)

คลื่นอัลตร้าซาวน์ช่วยในการก่อตัวของผลึกขณะเริ่มต้น (initiation of seeding) และช่วยในการขยายขนาดผลึก (crystal growth) โดยมีรายงานว่าคลื่นอัลตร้าซาวน์ช่วยเร่งอัตราการเกิดนิวเคลียส (the nucleation rate) และเร่งอัตราการขยายขนาดผลึกในสารละลายอิ่มตัว(saturated) หรือในอาหารหรือตัวกลางที่เย็นยิ่งยวด (supercooled medium) ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากปรากฏการณ์แคปวิเตชัน ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตยาและในผลไม้แช่เยือกแข็ง เช่น สตรอเบอร์รี่แช่เยือกแข็ง โดยช่วยทำให้ลดการเปลี่ยนแปลงของขนาดผลึกของน้ำแข็งที่เกิดภายในเซลล์ รวมทั้งทำให้ผลึกน้ำแข็งที่เกิดภายในเซลล์มีขนาดเล็กลงเป็นผลให้โอกาสในการทำลายเซลล์เนื่องจากการเกิดผลึกน้ำแข็งลดลงไปด้วย

9) การกำจัดแก๊สออกจากของเหลว (degassing of liquids)

การกำจัดแก๊สออกจากของเหลว เป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาแคปวิเตชัน ซึ่งแก๊สที่ละลายอยู่(dissolved gases) หรือฟองอากาศ (gas bubbles) ขนาดเล็กภายในสารละลายจะเปรียบเสมือนนิวเคลียสสำหรับการเกิดฟองแก๊สที่จะขยายขนาดเพิ่มขึ้น และเกิดการแตกออกเมื่อได้รับคลื่นอัลตร้าซาวน์ เป็นผลให้ฟองอากาศที่อยู่ภายในของเหลวรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้นและลอยตัวขึ้นมาอยู่ที่บริเวณพื้นผิวและหลุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ออกไป เช่นการใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์กับของเหลวที่มีความหนืดสูงเช่น ช็อคโกแล็ต ทำให้ลดการเกิดฟองอากาศภายในผลิตภัณฑ์ได้

10) การใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ช่วยในการกรอง (acoustically aided filtration)

คลื่นอัลตร้าซาวน์ช่วยทำให้อัตราการกรองของของเหลวเพิ่มขึ้น โดยทำให้เกิดผลที่สำคัญต่อการกรองสองประการ ได้แก่ ทำให้เกิดการรวมตัวกัน (agglomeration) ของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก (fine particles) ทำให้การกรองเกิดขึ้นได้รวดเร็ว และอีกประการหนึ่งคือคลื่นอัลตร้าซาวน์จะให้พลังงานบางส่วนที่เกิดขึ้นจากการสั่นของวัตถุ (vibration energy) แก่ของเหลว มีผลทำให้อนุภาคบางส่วนยังคงแขวนลอยอยู่ได้และทำให้สามารถแยกตัวทำละลายออกมาได้เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น ใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ในการช่วยการกรองน้ำแอปเปิ้ล ทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น เป็นต้น

11) การทำแห้ง (acoustic drying)

การใช้คลื่นอัลตร้าซาวน์ร่วมกับกระบวนการทำแห้ง จะทำให้สามารถลดอุณหภูมิการทำแห้งลงได้และทำให้ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันหรือการสลายตัว (degradation) ของสารลดลง มีการศึกษาหลากหลายเกี่ยวกับการนำคลื่นอัลตร้าซาวน์มาใช้ร่วมกับกระบวนการทำแห้งในการผลิตอาหารประเภทต่างๆ และมีการสภาวะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของการเกิดแคปวิเตชันทำให้โครงสร้างของวัตถุดิบถูกทำลาย ทำให้การถ่ายเทความร้อนเพิ่มสูงขึ้นถึงประมาณ 30 – 60%

12) ผลต่อเมล็ดข้าว (effects on rice grains)

มีการศึกษาการให้คลื่นอัลตร้าซาวน์แก่เมล็ดข้าวในน้ำ ซึ่งจะมีผลทำให้สตาร์ชออกมาจากเมล็ดข้าวได้รวดเร็วขึ้นในระหว่างการหุง เนื่องจากการเกิดปรากฏการณ์แคปวิเตชันตรงบริเวณพื้นผิวของข้าวทำให้เกิดการทำลายผนังชั้นนอกของเมล็ดข้าว เป็นผลให้ลดระยะเวลาในการหุงต้มและเวลาในการเกิดเจลสั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

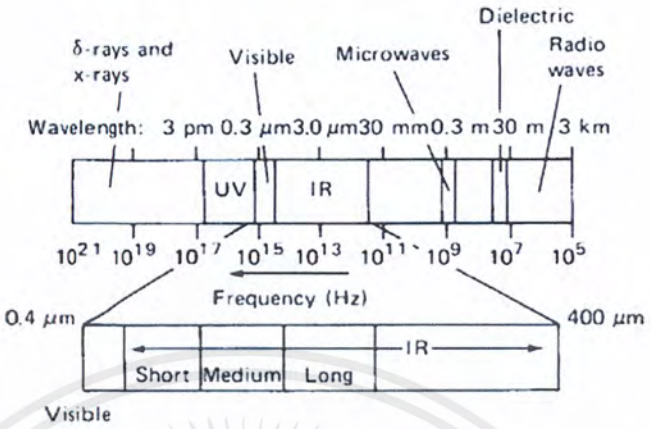
143482

2.3 เทคโนโลยีไมโครเวฟ

การใช้ไมโครเวฟในการแปรรูปอาหารเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมอาหารสามารถนำไมโครเวฟมาใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ได้หลายกระบวนการ ได้แก่การลวก (blanching) การทำให้สุก (cooking) การทำแห้ง (drying) การพาสเจอไรส์ (pasteurizing) การสเตอริไลส์ (sterilizing) การละลายน้ำแข็ง (thawing) การอบ (baking) รวมทั้งกระบวนการอื่นๆ เช่น การควบคุมจุลินทรีย์ การยับยั้งเอนไซม์และการควบคุมแมลง เป็นต้น (Mudgett, 1986 ; Rosenberg and Boegl, 1987) และในปัจจุบันนี้เนื่องจากกระแสความต้องการของผู้บริโภคทางด้านอาหารด้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยผู้บริโภคต้องการอาหารที่มีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับของสดมีคุณภาพสูงมีความสะดวกสบายในการเตรียม อีกทั้งมีอายุการเก็บรักษาอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอาหารที่ปรุงสุกได้อย่างรวดเร็ว (quick cooking dishes) ที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในสังคมปัจจุบัน จึงทำให้มีการศึกษาการใช้ไมโครเวฟเพื่อดัดแปลงและปรับปรุงกระบวนการแปรรูปอาหารโดยเฉพาะในการให้ความร้อนและได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการแปรรูปอาหารชนิดต่างๆ เช่น อาหารแปรรูปขั้นต้น (minimally processed foods) ทั้งนี้เนื่องจากไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและเป็นผลให้เกิดการสูญเสียคุณภาพด้านต่างๆ เช่น กลิ่นรส สีและเนื้อสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่าการให้ความร้อนแบบดั้งเดิม

ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(electromagnetic wave) ที่มีความถี่ระหว่าง 300 เมกกะเฮิร์ตซ์ (MHz) ถึง 300 จิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) (ระหวางความยาวคลื่น 100 เซนติเมตร – 1 มิลลิเมตร) (Rosenthal, 1992) ดังแสดงในภาพที่ 2.9ไมโครเวฟไม่ใช้ความร้อนแต่อยู่ในรูปของพลังงาน (energy) และถูกเปลี่ยนไปเป็น ความร้อนโดยการสั่นสะเทือนของอนุภาคที่มีประจุและ/หรือการหมุนตัวโมเลกุลที่มีขั้ว ทำให้ชนกับอนุภาคหรือโมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงซึ่งเกิดขึ้นหลังจากที่วัตถุได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา : Fellows (2000)

คลื่นและมีการดูดซับพลังงานดังกล่าวเป็นผลให้เกิดความร้อนขึ้น (Fellows, 2000) และมีความแตกต่างจากการให้ความร้อนแบบโอมมิคตรงที่ความร้อนแบบโอมมิคนั้นเกิดจากความต้านทานกระแสไฟฟ้า (electrical resistance) ของอาหารและเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยตรง และข้อดี อีกประการหนึ่ง คือ ไมโครเวฟไม่ใช้ปั๊มในการลำเลียงอาหารที่อยู่ในท่อให้ผ่านกระบวนการดังกล่าวจึงไม่เป็นการทำลายคุณลักษณะหรือโครงสร้างของอาหาร (โดยเฉพาะในการบรรจุแบบปลอดเชื้อ) (รุ่งนภา, มปป.) และแตกต่างจากกระบวนการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมคือเวลาที่ใช้ในการทำให้ อุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงจุดที่กำหนดในการฆ่าเชื้อน้อยกว่า

จากการที่คลื่นไมโครเวฟถูกใช้ในเรดาร์ (radar) อุปกรณ์นำทาง (navigational equipment) และ อุปกรณ์สื่อสาร (communication equipment) ดังนั้นในการใช้คลื่นดังกล่าวจึงต้องมีการควบคุมโดยองค์กรระหว่างประเทศที่เรียกว่า International Telecommunication Union (ITU) เพื่อควบคุมดูแลการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปต่างๆให้เป็นไปอย่างมีระเบียบ โดยการใช้คลื่นที่เกี่ยวกับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ (Industrial, scientific and medical (ISM) frequencies)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีกำหนดการใช้ความถี่ที่ 915 ± 25 MHz 2,450 ± 50 MHz 5,000 ± 75 MHz และ 22,125 ± 125 MHz และกำหนดความถี่ที่ 915 ± 25 MHz และ 2,450±50 MHz สำหรับงานให้พลังงานความร้อนในอุตสาหกรรมและการใช้ในบ้านเรือน (สายสนม, 2543 ; Singh and Heldman, 2001)

Singh และ Heldman (2001) รายงานว่าไมโครเวฟมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับคลื่นแสง (visible light)โดยสามารถทำให้มารวมกันเป็นลำคลื่น (beams) ได้และส่งผ่าน (transmit) วัตถุ โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติไดอิเล็กทริก (dielectric properties) ของวัตถุนั้นๆซึ่งอาจสะท้อนกลับ (reflect) หรือดูดซับ (absorb) พลังงานไว้และคลื่นไมโครเวฟอาจผ่านทะลุวัตถุโดยไมเกิดการดูดซับเลยก็ได้ เช่น วัสดุที่เป็นแก้ว เซรามิกส์ (ceramics) และเทอร์โมพลาสติก(thermoplastic materials) ส่วนใหญ่ซึ่งจะยอมให้ไมโครเวฟผ่านโดยมีการดูดซับคลื่นหรือพลังงานเพียงเล็กน้อยหรืออาจไม่ดูดซับไว้เลย

2.3.1 กลไกการเกิดความร้อนเนื่องจากไมโครเวฟ

จากการที่วัตถุดูดซับพลังงานไมโครเวฟเนื่องจากการมีคุณสมบัติไดอิเล็กทริกทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้นภายในวัตถุ Singh และ Heldman (2001) รายงานว่าการเกิดความร้อนภายในวัตถุที่สัมผัสกับคลื่นไมโครเวฟนั้นมีสาเหตุมาจากกลไก 2 ประการได้แก่ 1. การเคลื่อนที่ของอิออน เมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้า(ionic polarization) และ 2. การหมุนของสารประกอบที่มีขั้ว(dipole rotation)

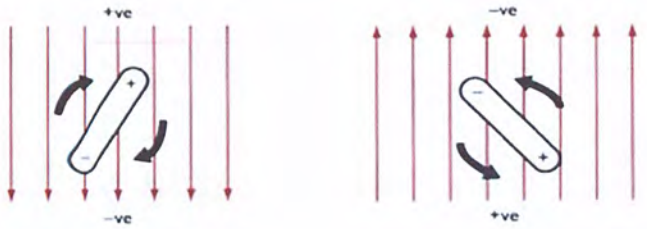
1) การเคลื่อนที่ของอิออนเมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้า (ionic polarization) ภายในเตาไมโครเวฟ (microwave oven) จะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่าแมกนีตรอน (magnetron) ที่ทำหน้าที่สร้างไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งสนามไฟฟ้าจะถูกสร้างออกมาในลักษณะ 3 ทิศทาง คือบนสู่ล่าง ข้างสู่ข้างและหน้าสู่หลัง เมื่ออนุภาคที่มีประจุในอาหารสัมผัสกับคลื่นไมโครเวฟ จะทำให้เกิดการสั่นและเคลื่อนที่จึงเกิดการชน (collisions) หรือเสียดสีกับอนุภาคที่อยู่ข้างเคียง เป็นผลให้เกิดความร้อนขึ้นในอาหารนั้น ซึ่งโดยทั่วไปในอาหารจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีองค์ประกอบที่ซับซ้อน มีปริมาณน้ำและเกลือที่ละลายได้แตกต่างกัน เช่น โซเดียม - โปตัสเซียม - หรือแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งโมเลกุลเหล่านี้จะแตกตัวให้อิออน บวก (cations) และอิออนลบ (anions) ดังนั้นอนุภาคมีประจุจึงสามารถที่จะมีอันตรกิริยา (interactions) กับสนามไฟฟ้าได้ รวมทั้งสนามไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นในเตาไมโครเวฟเช่นเดียวกัน

2) การหมุนของสารประกอบที่มีขั้ว (dipole rotation) ในอาหารประกอบด้วยน้ำที่มีปริมาณแตกต่างกันน้ำเป็นโมเลกุลมีขั้ว (polar molecule) ซึ่งในสภาพปกติจะเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ (random oriented) เมื่อผ่านสนามไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไป ประจุบวกและลบในโมเลกุลจะหมุนตัวเพื่อเปลี่ยนทิศทางตามทิศของสนามไฟฟ้าสลับนั้นๆ โดยการหมุนตัวกลับไปมาจะเกิดอย่างรวดเร็วตามความถี่ของไมโครเวฟคือ 915 หรือ 2,450 พันล้านครั้งต่อวินาที ทำให้เกิดความร้อนขึ้นและกระจายไปยังโมเลกุลข้างเคียง เนื่องมาจากการชนระหว่างโมเลกุลของน้ำในอาหาร แสดงดังภาพที่ 2.10 ในส่วนของโมเลกุลที่อยู่ในสถานะของแข็ง เช่น น้ำแข็งนั้นโมเลกุลของน้ำจะถูกยึดติดกับโครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะของผลึกและไม่สามารถหมุนตัวเองมากพอที่จะชนกับโมเลกุลอื่นๆที่อยู่ข้างเคียงเพื่อทำให้เกิดความร้อนขึ้นได้และในส่วนของโมเลกุลที่อยู่ในสถานะแก๊สหรือไอจะมีโมเลกุลข้างเคียงจำนวนน้อยมากที่จะชนกันจนสามารถทำให้เกิดความร้อนขึ้นได้เช่นเดียวกัน โดยอันตรกิริยาชนิดนี้มีความสำคัญที่สุดในอาหาร ยกเว้นในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงมาก เช่น แฮม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 การเคลื่อนที่ของสารประกอบที่มีขั้วเมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้า

ที่มา : Singh and Heldman (2001)

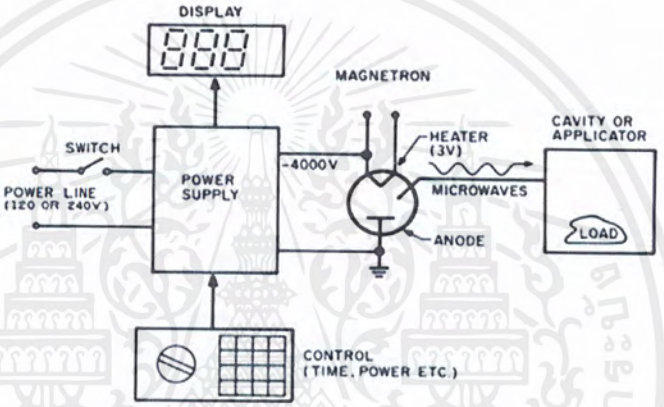
การเกิดความร้อนในอาหารบริเวณจุดที่สัมผัสกับไมโครเวฟ เนื่องจากกลไกทั้งสองแบบดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ความร้อนจะกระจายออกไปยังส่วนอื่นๆเนื่องจากผลของการเดือดของน้ำโดยการนำความร้อนและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิม (สายสนม, 2543)

2.3.2 หลักการทำงานของเตาไมโครเวฟ

Buffler (1993) รายงานว่าเริ่มแรกที่มีการประดิษฐ์เครื่องไมโครเวฟขึ้นในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สองนั้น มีการประดิษฐ์หลอดสุญญากาศ (vacuum tubes) ที่เรียกว่าแมกนีตรอน (magnetrons) ที่สามารถผลต่อคลื่นได้กำลังแม่เหล็กไฟฟ้าหลายกิโลวัตต์ (ในช่วงคลื่นตั้งแต่1 - 30 GHz) (ความยาวคลื่นระหว่าง 30 – 0.3 เซนติเมตร) และถูกเรียกวาไมโครเวฟ แต่ในปัจจุบันคลื่นไมโครเวฟมีความถี่ระหว่าง 300 MHz – 300 GHz ในปี ค.ศ. 1945 ได้มีการจดสิทธิบัตรครั้งแรกในการใช้พลังงานไมโครเวฟเพื่อทำให้เกิดความร้อนแก่อาหาร โดยบริษัท Raytheon Corporation และมีการประดิษฐ์เตาไมโครเวฟขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1947 โดย Percy Spencer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบของเตาไมโครเวฟโดยทั่วไปแสดงดังภาพที่2.11 โดยจะประกอบไปด้วยแมกนีตรอนที่ทำหน้าที่สร้างคลื่นไมโครเวฟ แมกนีตรอนที่ใช้ทั่วไปจะมีความต่างศักย์ประมาณ 4,000 โวลท์ และใช้หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer) เพื่อเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ให้ได้ตามที่ต้องการ แมกนีตรอนส่วนใหญ่ถูกผลิตเพื่อให้ใช้กับความต่างศักย์ที่คงที่ (constant voltage) ดังนั้นจึงต้องมีวงจรของไดโอด (diode) และตัวเก็บประจุ (capacitor) เพื่อใช้ในการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์สลับมาเป็นความต่างศักย์คงที่



ภาพที่ 2.11 ระบบของเตาไมโครเวฟ

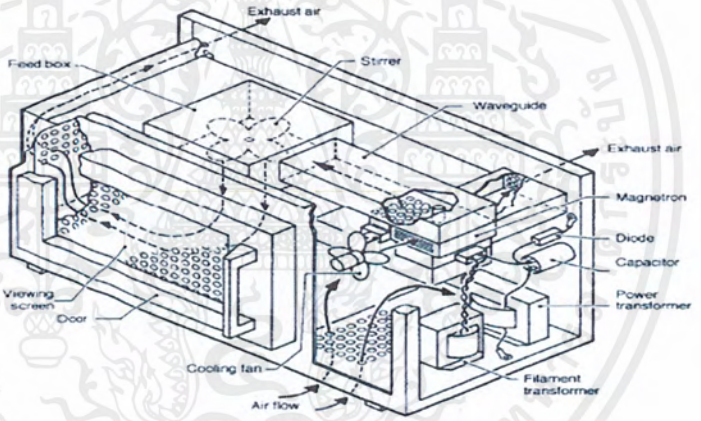
ที่มา : Buffler (1993)

ขนาดของพลังงานไมโครเวฟจะถูกควบคุมโดยการปรับกระแสไฟฟ้าภายในวงจรและมีตัวควบคุมเวลาทำหน้าที่ปรับช่วงเวลาการใช้งานของไมโครเวฟ สำหรับเตาไมโครเวฟที่ราคามีราคาถูก จะมีเฉพาะตัวควบคุมเวลาและ อุปกรณ์ควบคุมพลังงาน ในขณะที่เตาไมโครเวฟที่มีราคาสูงขึ้นจะประกอบด้วยระบบที่ควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์ ในส่วนสุดท้ายของระบบคือช่องว่างในเตาหรือช่องใส่อาหาร (cavity) ซึ่งเป็นบริเวณที่ให้ไมโครเวฟได้สัมผัสกับอาหาร ภาพรวมโดยทั่วไปของเตาไมโครเวฟแสดงดังภาพที่2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมกนีตรอน (magnetron)

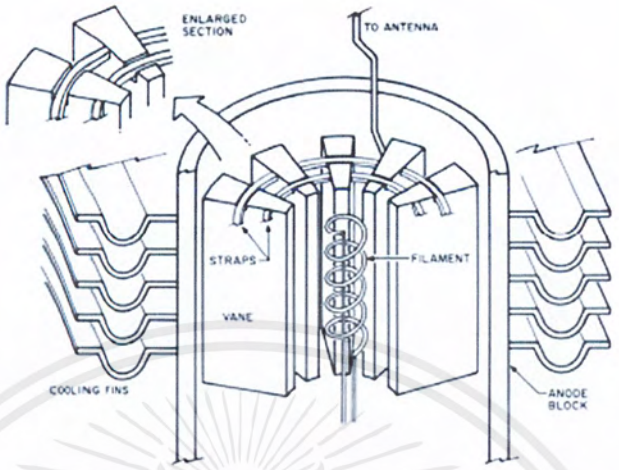
แมกนีตรอนเป็นหัวใจของเตาไมโครเวฟ ทำหน้าที่สร้างคลื่นไมโครเวฟมีลักษณะเป็นหลอดสุญญากาศที่มีโครงภายนอกเป็นโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแรงโดยมีแผ่นลักษณะเป็นปีกเพื่อใช้ในการระบายความร้อน แสดงดังภาพที่ 2.13 โครงสร้างภายในของแมกนีตรอนส่วนที่สร้างคลื่นไมโครเวฟเรียกว่าไดโอด (diode) ประกอบด้วยทรงกระบอกทำจากทองแดง มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.5 เซนติเมตรและยาวประมาณ 3.2 เซนติเมตรโดยหลอดจะถูกปิดหัวท้ายด้วยแผ่นทองแดงเพื่อทำให้ภายในเป็นสุญญากาศ



ภาพที่ 2.12 เตาไมโครเวฟโดยทั่วไป

ที่มา : Buffler (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

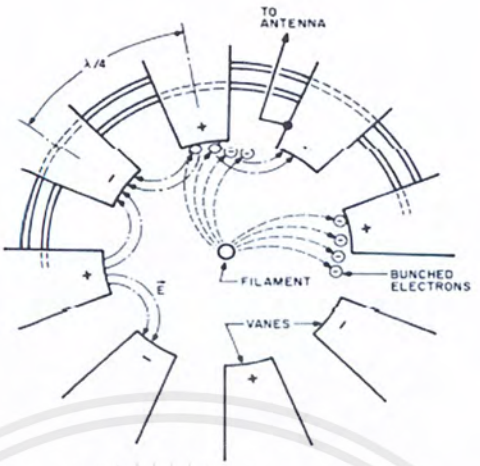


ภาพที่ 2.13 ภาพตัดขวางของแมกนีตรอน

ที่มา : Buffler (1993)

ภายในหลอดไดโอด จะประกอบด้วยแผ่นทองแดง (vanes) ซึ่งมีประมาณ 12 แผ่นวางในแนวตั้งโดยหันสันด้านหนึ่งมาเรียงกันในแนววงกลม โดยเว้นช่องว่างตรงกลางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.95 เซนติเมตรไว้ ให้เป็นที่อยู่ของไส้ (filament) ที่เป็นเกลียว (ทำหน้าที่เป็นแคโทด (cathode))และเรียกท่อทองแดงทรงกระบอกและ vanes ว่าเป็นส่วนแอโนด (anode) การทำงานของแอโนดในแมกนีตรอนในการทำให้เกิดคลื่นไมโครเวฟแสดงดังภาพที่ 2.14 เป็นไปตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 ภาพตัดขวางของแอโนดในแมกนีตรอน

ที่มา : Buffler (1993)

1) ไส้ที่เป็นเกลียว (filament) ถูกทำให้ร้อน

2) อิเลคตรอนที่อยู่บริเวณผิวหน้าของสันแผ่นทองแดงจะถูกกระตุ้นทำให้เกิดหมอกอิเลคตรอนบริเวณตรงกลางของไดโอด

3) เมื่อผ่านความต่างศักย์ประมาณ 4,000 โวลท์ ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า (E) ขึ้นระหว่างแอโนดและไส้ filament และเร่งอิเลคตรอนให้ไปยังแอโนดในแนวรัศมีวงกลม

4) สนามแม่เหล็ก (ที่ถูกสร้างขึ้นจากการนำวงแหวนแม่เหล็ก (ferrite) 2 วงมาวางไว้ด้านบนและล่างของแอโนด สนามแม่เหล็กที่สร้างขึ้นจะมีทิศทางเดียวกันกับแกนของไส้ filament และมีทิศตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า) จะบังคับให้อิเลคตรอนวิ่งเป็นทางโค้ง (ถ้าความแรงของสนามแม่เหล็กมีขนาดที่พอเหมาะ อิเลคตรอนจะถูกกวาดออกจากพื้นผิวบริเวณปลายสุดของสันแผ่นทองแดง ถ้าสนามแม่เหล็กอ่อนเกินไปจะทำให้อิเลคตรอนวิ่งเข้าชนกับแผ่นทองแดงและถ้ามันแรงเกินไปจะทำใหอิเลคตรอนเคลื่อนที่ย้อนกลับและชนกับไส้ (filament)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทันทีที่อิเลคตรอนวิ่งถึงแผ่นทองแดง จะเหนี่ยวนำให้เกิดประจุบวกขึ้นภายในแผ่นทองแดง ถ้าแผ่นทองแดงนี้ถูกเชื่อมต่อกันด้วยระแสไฟฟ้า (เรียกว่า strapping และจุดที่มีการเชื่อมต่อเรียกว่า straps) กับแผ่นทองแดงอีกแผ่นหนึ่งที่อยู่ถัดออกไปจากเดิม 2 แผ่นจะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายประจุบวกเช่นกัน แผ่นทองแดงที่อยู่ระหว่างแผ่นที่มีประจุบวกจะถูกเหนี่ยวนำให้มีประจุลบและมีการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าเช่นเดียวกับแผ่นที่มีประจุบวก ทำให้แผ่นทองแดงมีสภาพประจุบวกและลบสลับกันไปทั้งวง

6) จากการที่มีแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างประจุที่ต่างและเหมือนกันทำให้อิเลคตรอนที่วิ่งวนอยู่ถูกเร่งเข้าไปหาแผ่นทองแดงที่มีประจุบวกในขณะเดียวกันแผ่นทองแดงที่มีประจุลบจะผลักอิเลคตรอนเหล่านี้ไว้ ทำให้กลับมารวมอยู่กับอิเลคตรอนในกลุ่มที่ถูกเร่งจนกลายเป็นกลุ่มก้อนของอิเลคตรอน

7) ทันทีที่กลุ่มอิเลคตรอนนี้วิ่งผ่านแผ่นทองแดงที่อยู่ถัดมาจะเหนี่ยวนำให้เกิดประจุบวกขึ้นในแผ่นทองแดงนั้น ส่วนแผ่นทองแดงที่กลุ่มอิเลคตรอนนี้วิ่งผ่านมาก่อนหน้านี้เปลี่ยนจากสภาพประจุบวกเป็นลบ และเมื่อกลุ่ม อิเลคตรอนวิ่งต่อไปเรื่อยๆตามวงโคจร จะทำให้แผ่นทองแดงแต่ละแผ่นเกิดสภาพประจุที่สลับกันไปมาจากบวกเป็นลบและเป็นบวกอีกครั้ง โดยถ้าอิเลคตรอนมีความเร็วที่เหมาะสมกับช่องว่างระหว่างแผ่นทองแดงจะสามารถเปลี่ยนประจุสลับไปมาได้ 2.45 พันล้านครั้งต่อวินาที ประจุที่สลับกันดังกล่าวนี้จะถูกเชื่อมต่อกับเส้นลวดจากแผ่นทองแดงไปยังสายอากาศ(antenna) เพื่อจับคลื่นไมโครเวฟที่เกิดขึ้น แล้วส่งต่อผ่านท่อนำคลื่น (wave guide) และผ่านไปยังใบพัด (stirrer) ทำให้เกิดการแผ่ของคลื่นไมโครเวฟที่มีสัญญาณขนาด 2.45 GHz ในช่องใส่อาหาร ถ้าคลื่นไมโครเวฟถูกสร้างขึ้นและปล่อยให้ส่งผานในอากาศพลังงานที่ถูกสรางขึ้นจะไม่ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ได้ตามความต้องการ จึงมักใส่สายอากาศ (antenna) เพื่อจับคลื่นและส่งผ่านท่อทรงกระบอกที่เรียกว่าwave guide ซึ่งจะนำทางคลื่นไมโครเวฟให้ตรงไปสู่ช่องใส่อาหาร โดยอาจมีใบพัด (stirrer) เพื่อกระจายคลื่นไปสัมผัสกับอาหาร ใบพัดจะช่วยทำให้คลื่นไมโครเวฟไปทำให้จุดร้อนและจุดเย็นในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนขึ้นสม่ำเสมอและทั่วถึง ปัญหาที่สำคัญในการใช้ไมโครเวฟคือการที่อาหารแต่ละจุดถูกทำให้ร้อนไม่ทั่วถึง ส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากเตาไมโครเวฟและมีความเกี่ยวข้องกับความไม่สม่ำเสมอของสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของเตาไมโครเวฟ นอกจากนั้นการจัดเรียงของอาหารภายในไมโครเวฟและคุณสมบัติ ไดอิเล็กทริกของอาหาร จะมีผล ต่อความสม่ำเสมอของความร้อนที่เกิดขึ้น เมื่อไมโครเวฟถูกปล่อยให้เข้ามาในช่องใส่อาหาร(cavity) จะสะท้อนที่ผนังโลหะ การสะท้อนของโลหะเกิดขึ้นเนื่องจากสนามไฟฟ้าที่มีทิศทางเดียวกันกับผนังโลหะถูกทำให้ลัดวงจร(short circuit) โดยโลหะเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้น ทำให้สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์

ในส่วนของใบพัด (stirrer) ทำมาจากโลหะ เป็นใบพัดที่หมุนอยู่ในช่องใส่อาหาร โดยใช้มอเตอร์ขนาดเล็กหรือใช้แรงลมที่ได้จากระบบระบายความร้อนให้แก่แมกนีตรอนและพาความชื้นออกไปด้านนอกเตาไมโครเวฟ นอกจากนี้ยังมีวิธีการอื่นๆ ในการกระจายความร้อน เช่น การใช้จานแก้วหรือเซรามิกส์ที่สามารถหมุนและถอดออกได้ ในระบบนี้คลื่นไมโครเวฟจะสัมผัสกบอาหารที่ทำให้หมุนบนจาน ทำให้จุดร้อนและเย็นได้รับพลังงานโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เตาไมโครเวฟอาจใช้ระบบใดระบบหนึ่งหรือใช้ควบคู่ทั้งสองระบบ เพื่อช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการทำความร้อนแก่อาหารให้ดียิ่งขึ้น

2.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

รุ่งนภา (มปป.) รายงานถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจะเกี่ยวข้องกับระบบไมโครเวฟและวัตถุที่ถูกทำให้ร้อนขึ้น ปัจจัยหลักของอาหารที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุที่ใช้กับไมโครเวฟ ได้แก่

1) อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ เมื่ออาหารได้รับความร้อนจากไมโครเวฟ การเพิ่มของอุณหภูมิจะขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาหารหลายอย่าง โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดอัตราและเวลาการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปในกระบวนการให้ความร้อนใด ๆ อุณหภูมิเริ่มต้นยิ่งสูง อาหารจะยิ่งสุกเร็วขึ้น ส่วนปัจจัยที่สำคัญอื่นๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิที่จะได้ คือความร้อนแฝง (เช่น น้ำแข็งในอาหารแช่เยือกแข็งที่เปลี่ยนไปเป็นน้ำ จะต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น) คุณสมบัติไดอิเล็กทริกและคุณสมบัติทางความร้อนของอาหาร

2) ขนาด เมื่อทำให้ชิ้นอาหารร้อนขึ้น อาหารที่มีขนาดเหมือนกันจะร้อนขึ้นอย่างสม่ำเสมอและขนาดของชิ้นอาหารที่เล็กกว่าต้องการพลังงานน้อยกว่าอาหารที่มขนาดใหญ่กว่า

3) รูปร่าง ลักษณะสัณฐานของอาหารมีความสำคัญ โดยอาหารที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมออาจเป็นการให้ความร้อนมากเกินไป (over heating) ส่วนอาหารที่มีรูปร่างกลมมนมีแนวโน้มที่จะร้อนขึ้นอย่างสม่ำเสมอมากกว่าชิ้นอาหารที่มีมุมแหลมหรือที่มีทั้งส่วนหนาและบาง อย่างไรก็ตามทรงกลมหรือผิวที่โค้งคล้ายกับทรงกลมอาจจะมีส่วนตรงกลางที่ร้อนกว่าแต่การให้ความร้อนมากเกินไปไม่สามารถสังเกตได้ในชิ้นอาหารที่มีขนาดรัศมีเกิน 0 – 50 มิลลิเมตร

4) ความหนาแน่นหรือความเป็นเนื้อเดียวกัน อาหารโดยสวนใหญ่ มักมีความเป็นเนื้อเดียวกันที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลต่ออาหารที่ทำให้ร้อนขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการให้ความร้อนที่สม่ำเสมอ อาหารที่หนาแน่นกว่ามีแนวโนมที่จะใช้เวลาในการให้ความร้อนนานกว่าอาหารที่มีองค์ประกอบที่เปิดและเป็นรูพรุนมากว่า

5) ความร้อนจำเพาะ ความร้อนจำเพาะเป็นคุณสมบัติพื้นฐานทควบคุมการให้ความร้อนอาหาร ความจุความร้อนจำเพาะนิยามให้เป็นปริมาณความร้อนที่ต้องการเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของมวลหนึ่งหน่วยขึ้น 1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของสารที่จะจุความร้อนเมื่อเปรียบเทียบกับของน้ำหน่วยของความจุความร้อนจำเพาะคือ จูล/กรัม องศาเซลเซียส (J/g °C) ความจุความร้อนของน้ำเท่ากับ1.0 J/g °C สวนไขมันส่วนใหญ่ประมาณ 0.5 J/g °C หมายความว่าสำหรับไขมันที่มีน้ำหนักเท่ากับน้ำไขมันต้องการความร้อนเพียงครึ่งเดียวของน้ำ ความร้อนจำเพาะจะขึ้นกับอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะในสภาวะอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียสเพียงเล็กน้อยนั้นความร้อนจำเพาะจะมีค่าสูงมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นรอบๆจุดเยือกแข็งของอาหาร และผลของความร้อนแฝงที่ต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นในระหว่างการเปลี่ยนสภาวะทางกายภาพระหว่างน้ำและน้ำแข็งดังนั้นปริมาณพลังงานที่ต้องใช้จะเพิ่มขึ้นถ้าให้ความร้อนแก่อาหารแช่เยือกแข็งด้วยไมโครเวฟเนื่องจากผลของความร้อนแฝงเหล่านี้

6) สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (thermal conductivity) ถ้าต้องการให้เกิดสภาวะการให้ความร้อนที่เหมาะสม เราจำเป็นต้องทราบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแต่ละองค์ประกอบของอาหารที่นำมาแปรรูป จากการที่ชนของผิวอาหารทได้รับความร้อนมากเกินไป แต่ภายในชิ้นของอาหารยังเย็นอยู่นั้น เกิดจากการให้ความร้อนที่มากเกินไปต่อผิวของอาหารซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ โดยอัตราการให้ความร้อนที่เหมาะสมต้องเข้ากันได้ (matching) กับค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอาหาร

7) คุณสมบัติไดอิเล็กทริกของอาหาร คุณสมบัตินี้เป็นตัวกำหนดว่าอาหารหรือวัตภุจะสามารถดูดซับไมโครเวฟได้ดีเพียงใด ซึ่งมีความสำคัญมากต่อผู้ผลิตอาหารซึ่งใช้กับกระบวนการที่ใช้ไมโครเวฟ ค่าคุณสมบัติ ไดอิเล็กทริกทแสดงเป็นตัวเลขดังที่กล่าวมาแล้ว มีอยู่ 3 ค่า ได้แก่ค่า dielectric constant (ε') ค่า dielectric loss factor (ε'') และค่า dielectric loss tangent (tan δ) ซึ่งถ้าค่าเหล่านี้สูงขึ้น แสดงว่าวัตถุจะร้อนได้ดีขึ้น ค่า ε' เป็นการวัดความสามารถของวัตถุที่จะเก็บพลังงานไมโครเวฟ ส่วน ε'' แสดงให้เห็นถึงความสามารถของวัตถุที่จะกระจายพลังงานออกไปเป็นความร้อน เมื่อเราต้องการวิเคราะห์การให้ความร้อนแก่อาหาร เรามักใช้ค่าtan δ ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของวัตถุที่ยอมให้พลังงานไมโครเวฟทะลุทะลวงผ่านไปได้โดยคุณสมบัติไดอิเล็กทริกจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เกลือ และปริมาณน้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในการแปรรูปอาหาร

1) การ tempering เป็นวิธีการให้ความร้อนกับอาหารแช่เยือกแข็งเพื่อคืนสภาพเดิม เพียงแต่เพิ่มอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่อาหารยังคงรูปพอที่จะนำมาตัดแต่งหรือนำมาบดได้ (อุณหภูมิประมาณ –4 องศาเซลเซียส)ซึ่งยังไม่ถึงขั้นการละลายน้ำแข็ง (thawing) โดยไมโครเวฟจะช่วยลดระยะเวลาในการเพิ่มอุณหภูมิและส่วนมากใช้ที่คลื่นความถี่ 915 MHz เนื่องจากสามารถทะลุทะลวงได้ดีกว่า ข้อดีของ tempering คือทำให้ตัดชิ้นอาหารได้ง่ายขึ้น ลดต้นทุนในการแช่เย็น ในขณะที่รออาหารแช่เยือกแข็งละลาย ลดต้นทุนการแช่เย็น ลดการเสื่อมเสียของอาหารและลด drip loss กระบวนการมีความยืดหยุ่นการใช้และการควบคุมทำให้สามารถควบคุมสุขลักษณะของอาหารได้ดีกว่า รวมทั้งลดพื้นที่ในการเก็บอาหารลงได้

2) การทำแห้งอาหาร ได้มีการประดิษฐ์เครื่องทำแห้งที่ใช้ไมโครเวฟช่วยในการทำให้น้ำภายในชิ้นอาหาร ร้อนและระเหยออกมา เป็นวิธีที่พัฒนาการทำแห้งวิธีดั้งเดิมที่ใช้ระบบลมร้อนซึ่งมักมีผลต่อผลิตภัณฑ์ คือทำให้เกิด case hardening เนื่องจากในช่วงหลังของการทำแห้ง อัตราการระเหยน้ำจากด้านในของอาหารจะช้าลงเพราะความร้อนจะผ่านเข้าไปได้ช้าลง ตัวอย่างอาหารที่สามารถทำแห้งโดยไมโครเวฟ เช่น พาสต้ามะเขือเทศบด (tomato paste) หัวหอม ข้าวและอาหารขบเคี้ยวโดยใช้ร่วมกับเครื่องทำแห้งระบบลมร้อนเพื่อการถ่ายเทความชื้นที่บริเวณผิวหน้าของอาหาร

3) การอบ (baking) ในการใช้ไมโครเวฟในการอบขนมปังเค้กและพาสตรี (pastry) ได้รับความนิยมอย่างสูง โดยสามารถใช้ได้ทั้งที่ความถี่สูงและต่ำ แต่ที่ความสูงจะมีข้อดีคือสามารถทะลุทะลวงได้มากกว่าและทำให้ส่วนตรงกลางของขนมอบได้รับความร้อนอย่างเพียงพอ ข้อเสียในการอบขนมอบด้วยไมโครเวฟคือไม่สามารถทำให้เกิดเปลือกสีน้ำตาล (crust) และเกิดสีน้ำตาลขึ้นได้ในบางกรณีทำให้องค์ประกอบของกลิ่นเกิดได้ไม่ดี โดยทั่วไปการใช้ไมโครเวฟมักใช้ร่วมกับการอบแบบดั้งเดิมซึ่งใช้แก๊สหรือคลื่นอินฟราเรดหรือการทอดในน้ำมันร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การพาสเจอไรส์และสเตอริไลส์ (ผลต่อจุลินทรีย์) ในการใช้ไมโครเวฟในการพาสเจอไรส์และสเตอริไลส์อาหารจะใช้อุณหภูมิแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการแปรรูปโดยใช้ความร้อนวิธีดั้งเดิม โดยอุณหภูมิที่ใช้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดอาหาร ปริมาณของอาหาร รูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุแล้ว และเวลาที่คงไว้เมื่ออุณหภูมิขึ้นสูงตามที่ต้องการ (holding time) การสเตอริไลส์อาหารด้วยไมโครเวฟ จะใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นมากกว่าจุดเดือดของน้ำ จึงต้องใช้ความดันที่สูงขึ้นแต่ยังไม่มีการใช้มากนัก เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุต้องทนต่ออุณหภูมิและความดันภายในที่สูงซึ่งเกิดจากแก๊สในส่วนของheadspaceโดยเฉพาะที่เกิดจากไอน้ำ

ในการทำให้สุกและกระบวนการอื่นๆไมโครเวฟนิยมใช้ในการทำให้สุกก่อน (precook) ในผลิตภัณฑ์เบคอน (bacon) ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหดตัวน้อยลงและมีความสม่ำเสมอรวมทั้งมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลงได้มีการศึกษาผลของไมโครเวฟต่อเกลือไนไตรท์เปรียบเทียบกับวิธีการทอดแบบดั้งเดิมพบว่าปริมาณไนโตรซามีน (nitrosamine) ที่เกิดจากการใช้ไมโครเวฟมีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินอกจากนั้นมีการศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ รวมทั้งผลของการทำให้อาหารสุกโดยใช้ไมโครเวฟต่อคุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆในอาหารหลายประเภทที่มีความแตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Owon (1999) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดองุ่นและพบว่าเมล็ดองุ่น (*V. vinifera*) นั้นมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 12.69%

Akhter และคณะ (2006) ได้รายงานสำหรับการเก็บเกี่ยวเมล็ดองุ่นพันธุ์ Perlette, Anib-e-Shah, Madess Field, Black Hobbage, South Columbia และ Autumn และนำมาสกัดหาองค์ประกอบของปริมาณน้ำมันและพบว่ามีองค์ประกอบของน้ำมันอยู่ที่ 13.0%, 6.6%, 8.8%, 4.3%, 9.6% และ11.7% ตามลำดับ

Rababah และคณะ (2008) ได้ศึกษาส่วนประกอบที่เป็นน้ำมันของเมล็ดองุ่นและพบว่าเมล็ดองุ่นดำแบบ Baladi และ Asbaniนั้นมีค่าส่วนประกอบที่เป็นน้ำมันสูงที่สุดที่14.52 และ 14.22 g /เมล็ด100 g , ตามลำดับ ตามมาด้วยการเก็บเกี่ยวเมล็ดองุ่นเขียวแบบBaladi (13.28 g /100 g seed), เมล็ดองุ่นเขียวแบบ Ajloni (12.24 g/100 g seed), และเมล็ดองุ่นเขียวแบบ Khudari (10.92 g/100 g seed), ตามลำดับ

Tangolar และคณะ (2009) ได้ศึกษาส่วนประกอบที่เป็นน้ำมันจากเมล็ดองุ่นเก้าชนิด (Alphonse Lavallée, Muscat of Hamburg, Alicante Bouschet, Razakı, Narince, Öküzgözü, และHoroz karası, Salt creek และ Cosmo 2) ส่วนประกอบที่เป็นน้ำมันนั้นพบว่ามีความแตกต่างกัน จะมีระดับจาก10.45% ถึง 16.73%

Sabir และคณะ (2012) ได้ทำการสกัดเมล็ดองุ่นพันธุ์ต่างๆและหาองค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดองุ่นและได้รายงานว่าน้ำมันเมล็ดองุ่นพันธุ์ต่างๆที่ได้ทำการสกัดนั้นมีองค์ประกอบน้ำมันเมล็ดองุ่นอยู่ที่ 7.3 ถึง 22.4%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Haizhou และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาการสกัดน้ำมันถั่วเหลืองโดยการสกัดแบบดั้งเดิมและแบบไมโครเวฟช่วยสกัด(MAE)และการสกัดด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคช่วยสกัด(UAE)และใช้ตัวทำละลายในการสกัดต่างกันเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการสกัด โดยตัวทำละลายที่ใช้คือเฮกเซน,ไอโซโพรพานอลและเฮกเซน:ไอโซโพรพานอล (60:40) ผลที่ได้คือการสกัดแบบใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคช่วยสกัดจะได้%ของน้ำมันถั่วเหลืองมากกว่าแบบไม่ใช้อัลตร้าโซนิคในการช่วยสกัดและยังลดเวลาในการสกัดได้ด้วยและวิธีการสกัดแบบใช้ไมโครเวฟช่วยสกัดก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตของน้ำมันถั่วเหลืองได้มากขึ้นเช่นกันและตัวทำละลายที่ทำให้ได้ผลผลิตของน้ำมันมากที่สุดคือการใช้ตัวทำละลายแบบผสมกัน (เฮกเซน:ไอโซโพรพานอล)

Tao และคณะ (2011) ได้ศึกษาการใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคในการสกัดน้ำมันจาก *Isatis indigotica* ที่ความถี่คลื่นอัลตร้าโซนิค 40 กิโลเฮิร์ต อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 44 นาที เปรียบเทียบกับการสกัดแบบซอกซ์เลตเป็นเวลา 8 ชั่วโมง พบว่าการสกัดด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคได้ปริมาณน้ำมันสกัดเฉลี่ยเท่ากับ 81.20 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันสกัดเท่ากับ 6.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ปริมาณสูงกว่าวิธีการสกัดแบบซอกห์เลตที่ได้ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันสกัดเท่ากับ 5.92 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

เมล็ดองุ่น พันธุ์ป๊อกดำ (Pokdum) จากบริษัท สยามไวเนอรี่ จำกัด (จังหวัดสมุทรสาคร)

3.2 อุปกรณ์

- เครื่องบด (Hammer mill)
- เครื่องปั่น (Blender)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- ถ้วยอลูมิเนียม
- ถุงซิบล็อก
- โถดูดความชื้น (Desiccators)
- บีกเกอร์ 500 ml
- ขวดก้นกลม 1000 ml
- คอนเดนเซอร์ (Condenser)
- ขวดรูปชมพู่ 125 ml (Erlenmeyer flask)
- ลูกแก้วขนาดเล็ก
- ชุดสกัดไมโครเวฟ
- เครื่องอัลตร้าโซนิค
- ถ้วยแก้วขนาดเล็ก
- กระดาษกรอง No.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชุดกรองสุญญากาศ

3.3 สารเคมี

ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether)

3.4ขั้นตอนและวิธีการ

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

- แยกกากออกจากเมล็ดองุ่น
- นำเมล็ดมาบด 2 แบบเพื่อให้วัตดุดิบ 2 ขนาด เครื่องบด (Hammer mill) จนมีขนาดละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 22 mesh และเครื่องปั่น (Blender) ซึ่งได้ขนาดใหญ่กว่า 22 mesh เป็นวัตถุดิบขนาดหยาบ
- ใส่ถ้วยอลูมิเนียม นำไปเข้าตู้อบลมร้อนเพื่อไล่ความชื้น 130 ˚C เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
- นำเมล็ดองุ่นทั้ง 2 ขนาดมาชั่งเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ถุงซิบล็อก โดยมีปริมาณ (ประมาณ 4และ5กรัม) เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน
- เก็บไว้ในโถดูดความชื้น (Desiccators) รอการนำไปสกัดน้ำมันต่อไป

3.4.2 การทดลองสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น

3.4.2.1 การทดลองกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

- นำเมล็ดองุ่นบดละเอียด 5 กรัม ใส่ลงไปในขวดก้นกลม เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 140 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:28)
- ใส่ลูกแก้วขนาดเล็ก ประมาณ 3-4 ลูก
- ต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์ประกอบเข้ากับชุดสกัดไมโครเวฟ (ภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้กำลังไฟฟ้า 100, 300, 600 และ 800 W ใช้เวลา 10, 20 และ 30 นาที เพื่อเปรียบเทียบผลผลิต โดยการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Factorial in CRD, 4×3) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- นำมากรองแยกเมล็ดองุ่นบดออกจากสารละลาย ใช่กระดาษกรอง No.1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ
- ชั่งน้ำหนักขวดชมพู่เปล่า นำสารละลายที่กรองได้ใส่ขวดรูปชมพู่ 125 ml นำไปอบที่ 130°C เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากน้ำมัน
- นำขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมันไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหา Yield (%)

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{ขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมัน} - \text{น้ำหนักขวดชมพู่เปล่า}}{\text{น้ำหนักเมล็ดองุ่นบด}} \times 100$$

3.4.2.2 อัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น

- นำเมล็ดองุ่นบดละเอียด 5, 10 และ 20 กรัม ใส่ลงไปในขวดก้นกลม เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 140 มิลลิลิตร อัตราส่วน 1:28, 1:14 และ 1:7 ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบผลต่อผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นที่สกัดได้ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ใส่ลูกแก้วขนาดเล็ก ประมาณ 3-4 ลูก
- ต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์ประกอบเข้ากับชุดสกัดไมโครเวฟ (ภาคผนวก ก)
- ใช้กำลังไฟฟ้า 300 W และเวลา 1 นาที
- นำมากรองแยกเมล็ดองุ่นบดออกจากสารละลาย ใช่กระดาษกรอง No.1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ
- ชั่งน้ำหนักขวดชมพู่เปล่า นำสารละลายที่กรองได้ใส่ขวดรูปชมพู่ 125 ml นำไปอบที่ 130°C เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากน้ำมัน
- นำขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมันไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหา Yield (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{ขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมัน} - \text{น้ำหนักขวดชมพู่เปล่า}}{\text{น้ำหนักเมล็ดองุ่นบด}} \times 100$$

3.4.2.3 การทดลองวิธีการสกัด, ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

เพื่อเปรียบเทียบผลต่อผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่นที่สกัดได้ โดยวิธีการทดลองทั้งหมด 3 วิธี, ขนาดของวัตถุดิบ 2 ขนาด และระยะเวลา 4 ระดับ โดยการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Factorial in CRD, 3×2×4) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีวิธีการดังนี้

1) การสกัดด้วยวิธีการตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (Soaking Extraction)

- นำเมล็ดองุ่นบดละเอียดและหยาบ อย่างละ 4 กรัม ใส่ลงในถ้วยแก้วขนาดเล็ก (ภาคผนวก ก)
- เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 28 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:7)
- ใช้เวลา 1, 2, 3 และ 5 นาที
- นำมากรองแยกเมล็ดองุ่นบดออกจากสารละลาย ใช่กระดาษกรอง No.1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ
- ชั่งน้ำหนักขวดชมพู่เปล่า นำสารละลายที่กรองได้ใส่ขวดรูปชมพู่ 125 ml นำไปอบที่ 130°C เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากน้ำมัน
- นำขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมันไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหา Yield (%)

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{ขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมัน} - \text{น้ำหนักขวดชมพู่เปล่า}}{\text{น้ำหนักเมล็ดองุ่นบด}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การสกัดด้วยวิธีการใช้อัลตร้าโซนิคช่วยในการสกัด (Ultrasonic Assisted Extraction)

- นำเมล็ดองุ่นบดละเอียดและหยาบ อย่างละ 4 กรัม ใส่ลงถ้วยแก้วขนาดเล็ก
- เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 28 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:7)
- นำไปต่อเข้ากับเครื่องอัลตร้าโซนิค (ภาคผนวก ก)
- ใช้เวลา 1, 2, 3 และ 5 นาที
- นำมากรองแยกเมล็ดองุ่นบดออกจากสารละลาย ใช่กระดาษกรอง No.1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ
- ชั่งน้ำหนักขวดชมพู่เปล่า นำสารละลายที่กรองได้ใส่ขวดรูปชมพู่ 125 ml นำไปอบที่ 130°C เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากน้ำมัน
- นำขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมันไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหา Yield (%)

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{ขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมัน} - \text{น้ำหนักขวดชมพู่เปล่า}}{\text{น้ำหนักเมล็ดองุ่นบด}} \times 100$$

3) การสกัดด้วยวิธีการใช้ไมโครเวฟ (Microwave Extraction)

- นำเมล็ดองุ่นบดละเอียดและหยาบ อย่างละ 5 กรัม ใส่ลงไปในขวดก้นกลม
- เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กประมาณ 3-4 ลูก
- ต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์ประกอบเข้ากับชุดสกัดไมโครเวฟ (ภาคผนวก ก)
- กำลังไฟฟ้า 300 W และใช้เวลา 1, 2, 3 และ 5 นาที
- นำมากรองแยกเมล็ดองุ่นบดออกจากสารละลาย ใช่กระดาษกรอง No.1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ
- ชั่งน้ำหนักขวดชมพู่เปล่า นำสารละลายที่กรองได้ใส่ขวดรูปชมพู่ 125 ml นำไปอบที่ 130°C เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากน้ำมัน
- นำขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมันไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหา Yield (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{ขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมัน} - \text{น้ำหนักขวดชมพู่เปล่า}}{\text{น้ำหนักเมล็ดองุ่นบด}} \times 100$$

3.4.3 การวิเคราะห์ผล

บันทึกและวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตามแผนการทดลองที่กำหนดในแต่ละหัวข้อ โดยวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 พบว่า ระยะเวลา (Time, min) มีผลต่อผลผลิต (Yield, %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาแล้วพบว่ามีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการใช้เวลาที่ 10, 20 และ 30 นาที ที่ทุกระดับกำลังไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันส่วนมากจะสกัดได้ในช่วง 10 นาทีแรก ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันที่สกัดได้ทั้งหมดในแต่ละช่วง พบว่าในช่วงเวลา 10 นาทีแรกสามารถสกัดน้ำมันได้ถึง 98.00, 99.31, 97.99 และ 98.19 % สำหรับการสกัดที่กำลังไฟฟ้า 100, 300, 600 และ 800 W ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) โดยเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันที่สกัดได้ทั้งหมด (Percentage of total oil extracted, %) คำนวณจาก

$$\text{Percentage of total oil extracted (\%)} = \frac{\boldsymbol{yield}\ (\%)_{\text{ของเวลาที่ต้องการ}} - \boldsymbol{yield}\ (\%)_{\text{ของเวลาก่อนหน้า}}}{\boldsymbol{yield}\ (\%)_{\text{ของเวลาสุดท้าย}}} \times 100$$

นอกจากนี้ในตารางที่ 4.1 ยังแสดงให้เห็นว่ากำลังไฟฟ้า (Power, W) มีผลต่อผลผลิต (Yield, %) โดยทุกกระดับกำลังไฟฟ้า (100, 300, 600 และ 800 W) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อพิจารณาผลการสกัดในช่วงระยะเวลา 10 นาทีแรก (ซึ่งทำให้ได้ปริมาณน้ำมันมากกว่า 90 %) พบว่าการสกัดที่กำลังไฟฟ้า 300, 600 และ 800 W ให้ผลผลิตมากกว่าการสกัดที่กำลังไฟฟ้าต่ำสุด (100W) ไม่มากนักต่างกัน เท่ากับ 0.32, 0.92 และ 1.25 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

Time (min)	Yield (%)			
	100 W	300 W	600 W	800 W
10	$^{A}11.26\pm0.06^{a}$	$^{A}11.58\pm0.03^{b}$	$^{A}12.18\pm0.03^{c}$	$^{A}12.51\pm0.03^{d}$
20	$^{B}11.42\pm0.08^{a}$	$^{B}11.63\pm0.02^{b}$	$^{B}12.30\pm0.04^{c}$	$^{B}12.68\pm0.03^{d}$
30	$^{B}11.49\pm0.06^{a}$	$^{B}11.66\pm0.02^{b}$	$^{C}12.43\pm0.04^{c}$	$^{B}12.74\pm0.05^{d}$

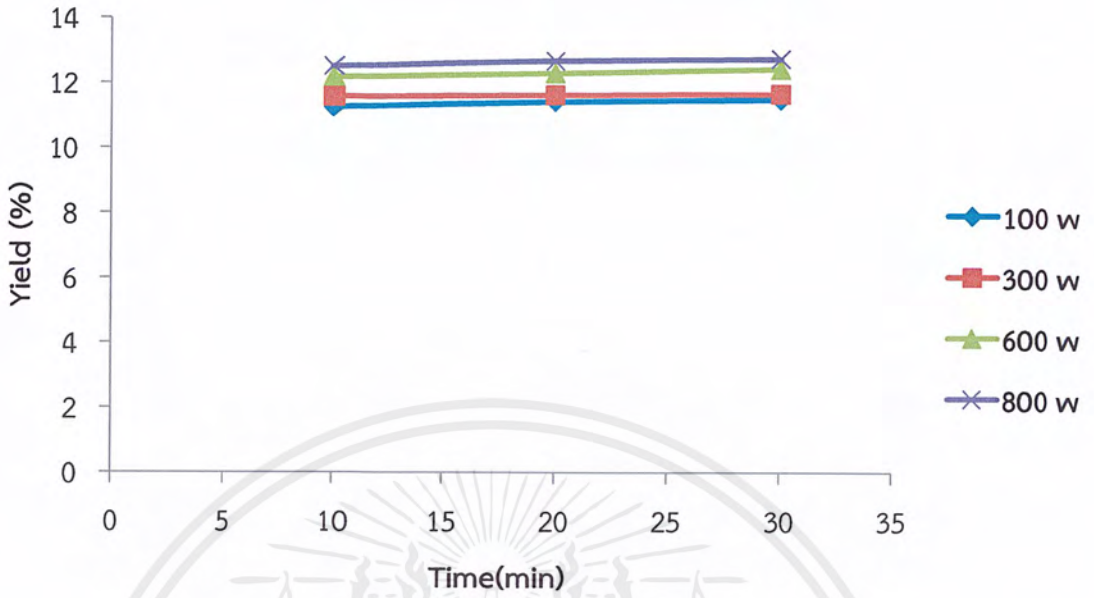
หมายเหตุ a, b, c คืออักษรกำกับในแนวนอน ต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

A, B, C คืออักษรกำกับในแนวตั้ง ต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 ผลของกำลังไฟฟ้าและช่วงระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

Time (min)	Percentage of total oil extracted (%)			
	100 W	300 W	600 W	800 W
0 - 10	98.00	99.31	97.99	98.19
10 - 20	1.39	0.43	0.97	1.33
20 - 30	0.61	0.26	1.05	0.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ผลของกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการสกัดที่มีต่อปริมาณผลผลิตของน้ำมันเมล็ดองุ่น

4.2 ผลของอัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น

ในผลการทดลองที่ 4.1 ได้ใช้อัตราส่วนเมล็ดองุ่นต่อปิโตรเลียมอีเทอร์เท่ากับ 1:28 ตลอดการทดลอง ในการทดลองนี้จะได้ทดสอบสมมุติฐานว่า มีความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะลดอัตราส่วนลงมาให้เหลือ 1:14 หรือ 1:7 เพื่อเป็นการลดการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ ซึ่งจะลดต้นทุนการสกัดน้ำมัน และลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้ ซึ่งการทดลองนี้เลือกนำการทดลองที่กำลังไฟฟ้าปานกลาง (300 W) เป็นระยะเวลาสั้นๆ (1 นาที) ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่นที่อัตราส่วนทั้งสามไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอาจลดปริมาณการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์เหลือ 1:7 ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตหรือมีผลกระทบต่อผลผลิตเล็กน้อย แต่ประโยชน์ ที่ได้รับคือสามารถลดปริมาณการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ลงได้ถึง 4 เท่า (ตารางที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลของอัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น

Grape seed (g) : Petroleum ether (ml)	Yield (%) ^{ns}
1 : 28	7.69±0.14
1 : 14	7.72±0.08
1 : 7	7.74±0.06

หมายเหตุ ns หมายความว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.3 ผลของวิธีการสกัด, ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

การทดลองต่อไปเป็นการเปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี ได้แก่ การตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (Soaking Extraction) การใช้อัลตร้าโซนิคในการสกัด (Ultrasonic Extraction) และการใช้ไมโครเวฟ (Microwave Extraction) เพื่อศึกษาผลของการใช้อัลตร้าโซนิคว่ามีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่นหรือไม่ และทำการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่สกัดได้กับการสกัดด้วยไมโครเวฟด้วย นอกจากนี้ในการทดลอง ยังได้ศึกษาผลของผงเมล็ดองุ่นซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันด้วย โดยแบ่งเป็นการบดละเอียดขนาดเล็กกว่า 22 mesh (Fine) และการบดหยาบขนาดใหญ่กว่า 22 mesh (Coarse)

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าวิธีการสกัดทั้ง 3 วิธี ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาสกัด มีผลต่อผลผลิตน้ำมันที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยจะสังเกตได้ว่า ผงเมล็ดองุ่นที่บดหยาบให้ผลผลิตน้ำมันน้อยกว่าผงเมล็ดองุ่นบดละเอียดอย่างชัดเจน สำหรับทุกวิธีการสกัด โดยเมื่อคำนวณเปรียบเทียบกัน พบว่าการ บดหยาบให้ผลผลิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการบดละเอียดด้วยวิธีสกัดวิธีเดียวกัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ลดลงเฉลี่ย 44.73, 37.27 และ 13.60 % สำหรับวิธีการสกัดด้วย การตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (Soaking Extraction) การใช้อัลตร้าโซนิคในการสกัด (Ultrasonic Extraction) และการใช้ไมโครเวฟ (Microwave Extraction) ตามลำดับ(ตารางที่4.5) จะเห็นได้ว่าขนาดของวัตถุดิบมีผลต่อการสกัดด้วยไมโครเวฟน้อยกว่า มีผลต่อการสกัดอีกสองวิธีอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากการสกัดด้วยไมโครเวฟในการทดลองนี้เป็นวิธีเดียวที่มีความร้อนเกิดขึ้นในระหว่างการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผลของการใช้อัลตร้าโซนิคสกัดพบว่ามีผลช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิตได้เพิ่มขึ้นจากกการไม่ใช้ อัลตร้าโซนิคโดยเฉลี่ยเท่ากับ 28.07 และ 12.90 % สำหรับผงองุ่นบดหยาบและบดละเอียดตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) จะเห็นว่าสำหรับวัตถุดิบบดหยาบ อัลตร้าโซนิคมีผลเพิ่มปริมาณน้ำมันที่สกัดได้มากกว่าวัตถุดิบบดละเอียด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมล็ดองุ่นบดละเอียดถูกสกัดน้ำมันออกมาได้มากอยู่แล้ว การใช้อัลตร้าโซนิคจึงมีผลต่อการเพิ่มปริมาณผลผลิตน้อยกว่าเมล็ดองุ่นบดหยาบ

ส่วนผลของวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟพบว่ามีผลช่วยให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน เกิดจากการมีความร้อนจากเครื่องไมโครเวฟมาช่วยในกระบวนการสกัด จึงทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีก 146.14 และ 57.34 % สำหรับวัตถุดิบบดหยาบและวัตถุดิบบดละเอียด ตามลำดับ (ตาราง 4.6) ส่วนเหตุผลที่เมล็ดองุ่นบดละเอียดได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเมล็ดองุ่นบดละเอียดคงเป็นเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้วในย่อหน้าที่แล้ว

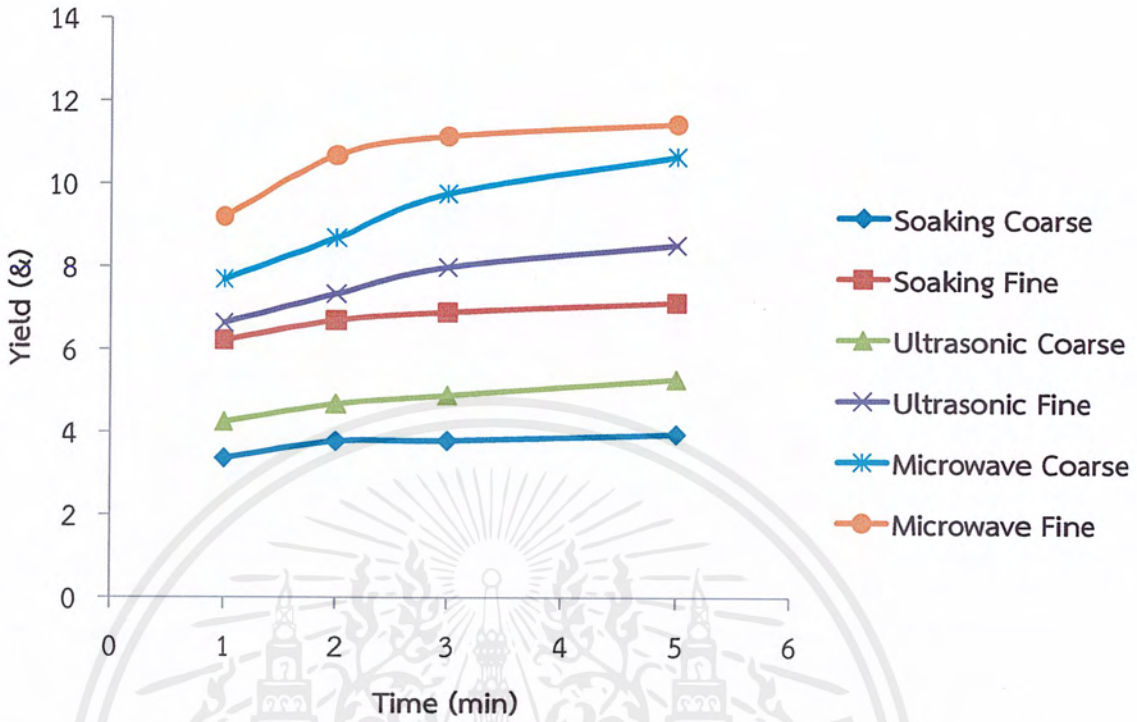
ตารางที่ 4.4 ผลของวิธีการสกัด, ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

Time	Soaking		Ultrasonic		Microwave	
(min)	Fine	Coarse	Fine	Coarse	Fine	Coarse
1	$^{A}6.22\pm0.15^{c}$	$^{A}3.37\pm0.21^{a}$	$^{A}6.64\pm0.21^{d}$	$^{A}4.25\pm0.11^{b}$	$^{A}9.20\pm0.14^{f}$	$^{A}7.69\pm0.14^{e}$
2	$^{B}6.70\pm0.19^{c}$	$^{B}3.78\pm0.11^{a}$	$^{B}7.34\pm0.17^{d}$	$^{B}4.68\pm0.17^{b}$	$^{B}10.68\pm0.15^{f}$	$^{B}8.69\pm0.13^{e}$
3	$^{B}6.90\pm0.12^{c}$	$^{B}3.80\pm0.17^{a}$	$^{C}7.99\pm0.14^{d}$	$^{B}4.89\pm0.13^{b}$	$^{C}11.15\pm0.07^{f}$	$^{C}9.76\pm0.10^{e}$
5	$^{C}7.13\pm0.05^{c}$	$^{B}3.95\pm0.10^{a}$	$^{D}8.52\pm0.16^{d}$	$^{C}5.28\pm0.06^{b}$	$^{D}11.44\pm0.06^{f}$	$^{C}10.65\pm0.09^{e}$

หมายเหตุ a, b, c คืออักษรกำกับในแนวนอน ต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

A, B, C คืออักษรกำกับในแนวตั้ง ต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ผลของวิธีการสกัด, ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

ตารางที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ลดลง (Yield Decreasing) เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของผงเมล็ดองุ่นหยาบกับผลผลิตของผงเมล็ดองุ่นละเอียด

Time	Yield decreasing (%)		
(min)	Soaking	Ultrasonic	Microwave
1	45.82	35.99	16.41
2	43.58	36.24	18.63
3	44.93	38.80	12.47
5	44.60	38.03	6.91
เฉลี่ย	44.73	37.27	13.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (Yield Increasing) เมื่อเปรียบเทียบการใช้อัลตร้าโซนิค ช่วยสกัดและวิธีการใช้ไมโครเวฟ กับวิธีการตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

Time (min)	Ultrasonic		Microwave	
	Coarse	Fine	Coarse	Fine
1	26.11	6.75	128.19	47.91
2	23.81	9.55	129.89	59.40
3	28.68	15.80	156.84	61.59
5	33.67	19.50	169.62	60.45
เฉลี่ย	28.07	12.90	146.14	57.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 การทดลองกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาที่มีผลต่อผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการใช้เวลาที่ 10, 20 และ 30 นาที ที่ทุกระดับกำลังไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันส่วนมากจะสกัดได้ในช่วง 10 นาทีแรก ซึ่งได้ปริมาณน้ำมันมากถึง 97.99-99.31% ของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ในเวลา 30 นาที ซึ่งจากการทดลองนี้ อาจแนะนำได้ว่าในกระบวนการสกัดน้ำมันด้วยไมโครเวฟที่ทุกระดับกำลังไฟฟ้า สามารถใช้เวลาสกัดน้ำมันเพียง 10 นาที ทำให้ได้ผลผลิต 11.26 , 11.58 , 12.18 และ 12.51% ที่กำลังไฟฟ้า 100W , 300W , 600W และ 800W ตามลำดับ

5.2 การทดลองอัตราส่วนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันเมล็ดองุ่น

สามารถลดปริมาณการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์จากอัตราส่วน 1:28 เหลือ 1:7 ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตหรือมีผลกระทบต่อผลผลิตเล็กน้อย แต่ประโยชน์ที่ได้รับคือสามารถลดปริมาณการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ลงได้ถึง 4 เท่า จึงสรุปว่า อัตราส่วนเมล็ดองุ่นบดต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ 1:7 เพียงพอต่อการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นสำหรับวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ รวมทั้งอาจนำไปประยุกต์ใช้กับการสกัดน้ำมันจากเมล็ดองุ่นด้วยวิธีการอื่นๆด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดองุ่นมีองค์ประกอบเป็นน้ำมันเพียงประมาณ 10-12 % เท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายในสัดส่วนที่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การทดลองวิธีการสกัด, ขนาดของผงเมล็ดองุ่น และระยะเวลาที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำมันเมล็ดองุ่น

5.3.1 ขนาดของผงเมล็ดองุ่นบด

ผงเมล็ดองุ่นที่บดหยาบ (ขนาดใหญ่กว่า 22 mesh) ให้ผลผลิตน้ำมันน้อยกว่าผงเมล็ดองุ่นบดละเอียด (ขนาดเล็กกว่า 22 mesh) อย่างชัดเจน สำหรับทุกวิธีการสกัด โดยทำให้ได้ผลผลิตลดลงเฉลี่ยสำหรับวิธีไมโครเวฟ 13.60% สำหรับวิธีอัลตร้าโซนิค 37.27% และสำหรับวิธีตั้งทิ้งไว้ลดลงถึง 44.73%

5.3.2 วิธีการสกัดด้วยอัลตร้าโซนิค

ผลของการใช้อัลตร้าโซนิคสกัดพบว่ามีผลช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิตได้เพิ่มขึ้นจากกการไม่ใช้อัลตร้าโซนิค โดยทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสำหรับผงองุ่นบดละเอียด 12.9 % และสำหรับผงองุ่นบดหยาบเพิ่มขึ้นถึง 28.07 %

5.3.3 วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ

ผลของวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟพบว่ามีผลช่วยให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนเกิดจากการมีความร้อนจากเครื่องไมโครเวฟมาช่วยในกระบวนการสกัด โดยทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสำหรับผงองุ่นบดละเอียด 57.34 % และสำหรับผงองุ่นบดหยาบเพิ่มขึ้น 146.14 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

(ภาษาไทย)

ธนาภรณ์ อ้อยอิสรานุกุล และ สิริรัญญา ผดุงอรรถ. (2556). คุณสมบัติและผลของอุณหภูมิเก็บรักษาของสารสกัดโพลีนอลจากเมล็ดองุ่นโดยวิธีอัลตร้าโซนิค. ปัญหาพิเศษปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,46น.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. มปป. การใช้ไมโครเวฟในการแปรรูปอาหาร. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,16น.

สายสนม ประดิษฐดวง. (2543). การให้ความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟและการฉายรังสีอาหาร. หน้า173 – 195. ใน "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร". พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวทยาลัยเกษตรศาสตรสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ.

สาวิตรี คำหอม. (2551). การศึกษาการประยุกต์ใช้เตาอบไมโครเวฟแบบสายพานในกระบวนการ นึ่งปาล์มน้ำมัน.วิทยานิพนธ์สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 116น.

สิทธิกร จำเริญลาภกุล. (2528). อุลตร้าโซนิก. วิทยาศาสตร์การอาหาร 16(2) : 1-6.

(ภาษาอังกฤษ)

Ahmadi, S .M. and Siahsar, B.A. (2011): Analogy of physicochemical attributes of two grapes seeds cultivars. Ciencia e Investigación Agraria. 38(2) : 291-301.

Akhter, H., Hamid, S. and Bashir, R. (2006). Journal of Chemical Society of Pakistan28(1):79-100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Atchley, A. A. and Crum, L. A. (1998). Acoustic cavitation and bubbles dynamics. pp. 1-64. In Ultrasounds, its chemical, physical and biological effects. Suslick, K. S. (ed.). VCH Publishers, Inc. New York.

Bonilla, F. , Mayen, M., Merida, J. and Medina, M. (1999). Extraction of phenolic compounds from red grape marc for use as food lipid antioxidants. Food Chemistry 66(2) : 209.

Buffler, C. R. (1993). Microwave Cooking and Processing : Engineering Fundamental for the Food Scientist. Van Nostrand Reinheld, New York.

.

Elagamey, A. A., Abdel-Wahub, M. A, Shimaa M.M.E. and Abdel-Mogib, M. (2013). Comparative study of morphological characteristics and chemical constituents for seeds of some grape table varieties. Journal of American Science 9(1) : 447-454.

Fellows, P. J. 2000. Dielectric, ohmic and infrared heating. pp. 365 – 384. In "Food Processing Technology : Principles and Practice". 2nd ed. Fellows, P. J (ed.). Woodhead Publishing Limited,Cambridge.

Frizzel, L. A. (1998). Biological effects of acoustic cavitation. pp. 287-303. In "Ultrasounds its chemical, physical and biological effects". Suslick, K. S. (ed.). VCH Publisher,Inc. New York.

Gallego-Juarez, J. A. (1998). Some applicatons of air-borne power ultrasound to food processing. pp. 127-143. In Ultrasound in Food Processing.

Povwy, M. J. W. and Mason, T. J (eds.). Blackie Academic & Professional, London.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Gennaro, L. D., Cavella, S. , Romano, R. and Masi, P. (1999). The use of ultrasound in food technology I : inactivation of peroxidase by hermosonication. Journal of Food Engineering. 39(4) : 401-407.

Haizhou, L., Podesimo, L. and Weiss, J. (2004). High intensity ultrasound – assisted extraction of oil from soybeans. Food Research International 37(7) : 731-738.

Joshi, S. S., Kuszunski, C. A. and Bagchi, D. (2001). The cellular and molecular basis of health benefits of grape seed proanthocyanidin extract. Current Pharmaceutica lBiotechnology 2(2) : 187.

Mason, T. J. (1998). Power ultrasound in food processing – the way forward. pp. 105-126. In "Ultrasound in Food Processing". Povey, M. J. W. and Mason, T. J.(eds.). Blackie Academic & Professional, London.

Mason, T. J., Paniwnyk, L., and Lorimer, J. P. (1996). The uses of ultrasound in food technology.Ultrasonics Sonochemistry 3(3) : 253-260.

McClements, D. J. (1995). Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. Science & Technology 6(9) : 293-299.

McClements, D. J. (1997). Ultrasonic characterization of foods and drinks : principles methods and application. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 37(1) : 1-46.

Mizrach, A. , Galili, N. and Rosenhouse, G. (1994). Determining quality of fresh products by ultrasonic excitation. Food Technology. 48 : 68-71.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Mudgett, R. (1982). Electrical properties of foods in microwave processing. Food Technology Feb.109-115.

Mudgett, R. (1986). Microwave properties and heating characteristics of foods. Food Technology 40 : 84-93.

Mudgett, R. (1990). Developments in Microwave Food Processing. pp. 359-404. In "Biotechnology and Food Process Engineering". Schwartzberg, H. G. and Rao, M. A. (eds.). Marcel Dekker, Inc., New York.

Owon, M. A. (1999): Untraditional source of edible oil from raw grape (Vitis vinifera) seed.Mansoura University Journal of Agricultural Sciences 24(5): 1035-1042.

Povey, M. J. W. (1989). Ultrasonics in Food Engineering. Part II : 1 Applications. Journal of Food Engineering 9(1) : 1–20.

Povey, M. J. W. and Mason, T. J. (1998). Ultrasound in Food Processing. Blackie Academic & Professional, London. 282 p.

Rababah, T. M., Ereifeja, K. I., Al-Mahasnehb, M. A., Ismaealc, K., Hidard, A. and Yange, W. (2008). Total phenolics, antioxidant activities, and anthocyanins of different grape seed cultivars grown in Jordan. International Journal of Food Properties, 11(2) : 472-479.

Rosenberg, U. and Boegl, W. (1987). Microwave pasteurization, sterilization, blanching and pest control in the food industry. Food Technology June : 92 – 99.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Rosenthal, I. (1992). Microwave Radiation. pp. 115 – 154. In "Electromagnetic Radiations in Food Science". Rosenthal, I. (ed.). Springer-Verlag, Berlin.

Sabir, A., Unver, A. and Kara, Z. (2012). The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (Vitis spp.). Journal of the Science of Food and Agriculture 92(9) : 1982-1987.

Sala, F. J., Burgos, J., Condon, S., Lopez, P. and Raso, J. (1995). Effect of heat and ultrasound on microorganisms and enzymes. pp. 176-204. In " New methods of food preservation". Gould, G. W. (ed.). Blackie Academic & Professional, Glasgow.

Sherba, G., Weigel, R. M. and O' Brien, J. R. (1991). Quantitative assessment of the germicidal efficacy of ultrasonic energy. Applied and Environmental Microbiology 57(7) : 2079-2084.

Singh, R. P. and Heldman, D. R. (2001). Microwave Heating. pp. 306 – 331. In "Introduction to Food Engineering". 3rd ed. Academic Press, London.

Suslick, K. S. (1988). Homogeneous sonochemistry. pp. 121 – 164. In " Ultrasounds, its chemical, physical and biological effects". Suslick , K. S. (ed.). VCH Publishers, Inc. New York.

Suslick, K. S. (1994). The chemistry of ultrasound. pp. 138-155. In "The year book of science & the future". Encyclopedia Britannica, Chicago.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Tangolar, S. G., Özoğul, Y., Tangolar, S. and Torun, A. (2009). Evaluation of fatty acid profiles and mineral content of grape seed oil of some grape genotypes. International Journal of Food Science and Nutrition 60(1) : 32-39.

Tao, L., Xin-yun, Q. and Zhe-zhi, W. (2012). Ultrasound-assisted extraction and profile Characteristics of seed oil from *Isatis indigotica* Fort. Industrial Crops and Products 35(1) : 98-104.

Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L. and Bates, D. (2008) Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry-A review. Innovative Food Science & Emerging Technologies 9(2) : 161-169.

Williams, A. (1994). New technologies in food preservation and processing : part II. Nutrition & Food Science 94(1) : 20-23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องมือและวิธีการสกัด

ก.1 เครื่องสกัดไมโครเวฟ

Model : ME711K/XST 800 W

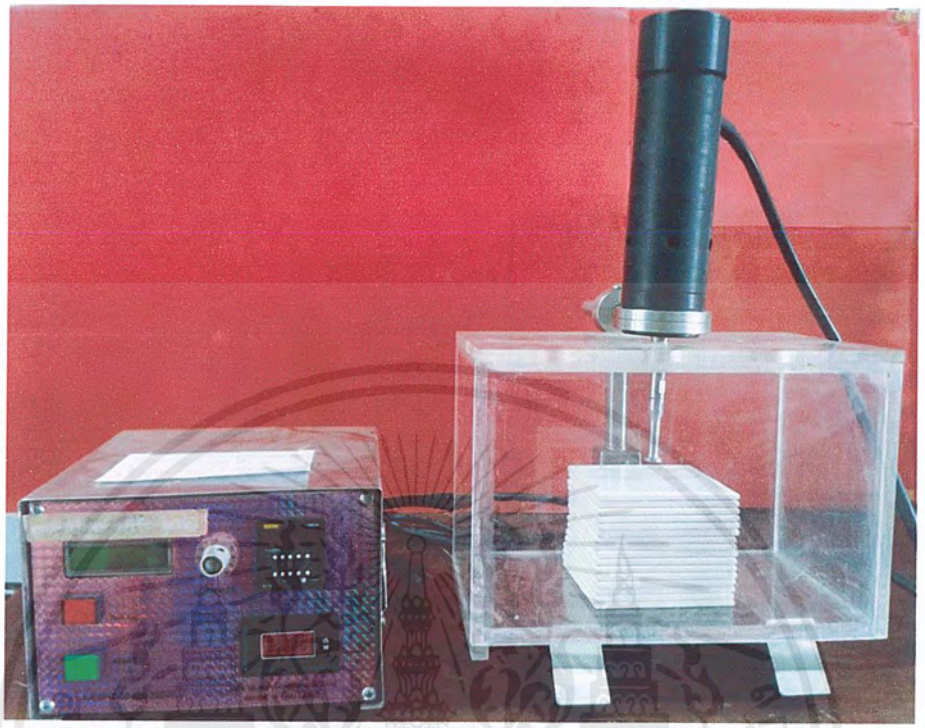
SERIAL : J6NC7WBF104281

วิธีการใช้เครื่อง

1. ต่อคอนเดนเซอร์เข้ากับไมโครเวฟ จากนั้นนำสายยางต่อจากคอนเดนเซอร์ไปยังตู้ทำน้ำเย็น ทั้ง 2 สาย (น้ำเข้าและน้ำออก)
2. นำขวดก้นกลมขนาด 1000 ml มาต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์
3. ปรับกำลังไฟฟ้า และเวลาตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 เครื่องอัลตร้าโซนิค



Model : AKHGZ-35420 200 W

SERIAL : AKWPB 08999

วิธีการใช้เครื่อง

1. กดสวิทช์ Power สีแดง ไฟสีแดงที่สวิทช์จะโชว์ : เครื่องพร้อมทำงาน พัดลมระบายความร้อนทำงาน หน้าปัดความถี่ติด หน้าปัดแสดงกำลังวัตต์ติด แสดงค่า 000

2. กดสวิทช์ Start สีเขียว ระบบ Ultrasonic เริ่มทำงาน ที่มิเตอร์วัดความถี่แสดงความถี่ประมาณ 20 kHz. กำลังวัตต์ประมาณ 20/30 วัตต์

3. หมุนปุ่มปรับกำลังวัตต์ ตามเข็มนาฬิกา กำลังวัตต์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ที่หน้าปัดความถี่ เริ่มต้นตั้งแต่ 20 kHz. ถึง 50 kHz. ความถี่ขึ้นตาม เริ่มตั้งแต่ -5 kHz.

4. การใช้งานมีข้อจำกัด หากไม่มีการระบายความร้อนจากท่อระบาย ต้องไม่เกิน 15 นาที หากมีการระบายความร้อนด้วยลมท่อระบายที่ถูกต้อง สามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง แต่ไม่ควรเกินครั้งละ 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 การตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการทดลอง

1. นำถ้วยแก้วมาเขียนระยะเวลา และจำนวนซ้ำ
2. นำมาวางเรียงกัน เพื่อทำการทดลอง
3. เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้ก็นำมากรอง และระเหยสารเคมีออกให้เหลือแต่น้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

ข.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิต (Yield, %)

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{ขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมัน} - \text{น้ำหนักขวดชมพู่เปล่า}}{\text{น้ำหนักเมล็ดองุ่นบด}} \times 100$$

น้ำหนักขวดชมพู่เปล่า = 93.3148 g

น้ำหนักขวดรูปชมพู่พร้อมน้ำมัน = 93.8158 g

น้ำหนักเมล็ดองุ่นบด = 5.0027 g

$$\text{Yield (\%)} = \frac{93.8158 - 93.3148}{5.0027} \times 100 = 10.0146\ \%$$

ข.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันที่สกัดได้ทั้งหมด (Percentage of total oil extracted, %)

$$\text{Percentage of total oil extracted (\%)} = \frac{\boldsymbol{yield}\ (\%)\ \text{ของเวลาที่ต้องการ} - \boldsymbol{yield}\ (\%)\ \text{ของเวลาก่อนหน้า}}{\boldsymbol{yield}\ (\%)\ \text{ของเวลาสุดท้าย}} \times 100$$

Yield (%) ของเวลาที่ต้องการ = 11.42 Yield (%) ของเวลาก่อนหน้า = 11.26

Yield (%) ของเวลาสุดท้าย = 11.49

$$\text{Percentage of total oil extracted (\%)} = \frac{11.42 - 11.26}{11.49} \times 100 = 1.39$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ลดลง (Yield Decreasing, %)

$$\text{Yield Decreasing (\%)} = \frac{\textbf{yield (\%)} \text{ ของเมล็ดอวุ่นบดละเอียด} - \textbf{yield (\%)} \text{ ของเมล็ดอวุ่นบดหยาบ}}{\textbf{yield (\%)} \text{ ของเมล็ดอวุ่นบดละเอียด}} \times 100$$

Yield (%) ของเมล็ดอวุ่นบดละเอียด = 6.22

Yield (%) ของเมล็ดอวุ่นบดหยาบ = 3.37

$$\text{Yield Decreasing (\%)} = \frac{6.22 - 3.37}{6.22} \times 100 = 45.82$$

ข.4 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (Yield Increasing, %)

$$\text{Yield Increasing (\%)} = \frac{\textbf{yield (\%)} \text{ ของวิธีการสกัดที่ต้องการ} - \textbf{yield (\%)} \text{ ของวิธีการสกัดโดยการตั้งทิ้งไว้}}{\textbf{yield (\%)} \text{ ของวิธีการสกัดโดยการตั้งทิ้งไว้} \times 100$$

Yield (%) ของวิธีการสกัดที่ต้องการ = 4.25

Yield (%) ของวิธีการสกัดโดยการตั้งทิ้งไว้ = 3.37

$$\text{Yield Increasing (\%)} = \frac{4.25 - 3.37}{3.37} \times 100 = 26.11$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

Power Point

Comparison of Grape Seed Oil Yield by Soaking, Ultrasonic and Microwave Extraction

By

1.Boonyanuch Chamnandee 53080166

2.Supaporn Choojam 53080206

Adviser

Dr.Kittichai Banjong

Introduction

- At present, The consumer turned their attention to more health problem. Grape seed oil has gained popularity. It has great features for good health. Such as reduce the risk of blood clot, decrease LDLs and reduce wrinkles.

Objective

1.To compare the power and time of MAE by affecting % oil yield.

2.To compare the ratio of grape seeds : Petroleum ether used in extraction by affecting % oil yield.

3.To compare the different extraction methods for % oil yield.

Material and methods

Comparison of the power and time of MAE

1. 5g of the powdered grape seed was placed in a 1000 ml round bottom flask.

2. 140 ml of Petroleum Ether was added.

3.Extracted under different microwave power (100,300,600and800W) for different microwave irradiation time (10 ,20 and 30 min).

Comparison of the power and time of MAE

4.The solution was filtered.

5.Petroleum Ether is evaporated by oven drying at 130°C for 1 hr.

6.Weigh oil extracted and calculate %oil yield.

$$\text{Yield of oil extraction} = \frac{\text{Mass of oil extracted}}{\text{Mass of grape seed powdered}} \times 100$$

Material and methods

Comparison of the ratio of grape seeds : Petroleum ether used in extraction

1.The powdered grape seeds (5g,10g and 20g) were extracted using MAE (300 W for 1hr) with 140 ml of Petroleum ether.

2.The solution was filtered.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Comparison of the ratio of grape seeds : Petroleum ether used in extraction

3.Petroleum Ether is evaporated by oven drying at 130°C for 1 hr.

4.Weigh oil extracted and calculate oil yield.

$$\text{Yield of oil extraction} = \frac{\text{Mass of oil extracted}}{\text{Mass of grape seed powdered}} \times 100$$

Material and methods

Comparison of the different extraction methods for % oil yield

1.Prepare grape seeds two size(coarse and fine).

2.The sample seeds were extracted using soaking extraction, MAE and UAE.

3.All extraction methods used extraction time 1,2,3 and 5 min.

Materials and Methods

Comparison of the different extraction methods for % oil yield

Soaking extraction

Condition: 4g of the sample seeds(coarse seeds and fine seeds) were extracted using soaking with 28 ml of Petroleum ether.

Materials and Methods

Comparison of the different extraction methods for % oil yield

Ultrasonic – assisted extraction (UAE)

Condition : 4g of the sample seeds(coarse seeds and fine seeds) were extracted in a sonicator with 28 ml of Petroleum ether.

Materials and Methods

Comparison of the different extraction methods for % oil yield

Microwave – assisted extraction (MAE)

Condition : 5g of the sample seeds (coarse seeds and fine seeds) were extracted in a microwave(300W) with 140 ml of Petroleum ether.

Results and discussion

Table 1. The effect of Electric power and time to grape seed oil extraction

Time (min)	Yield (%)			
	100 W	300 W	600 W	800 W
10	$^{A}11.26\pm0.06^{a}$	$^{A}11.58\pm0.03^{b}$	$^{A}12.18\pm0.03^{c}$	$^{A}12.51\pm0.03^{d}$
20	$^{B}11.42\pm0.08^{a}$	$^{B}11.63\pm0.02^{b}$	$^{B}12.30\pm0.04^{c}$	$^{B}12.68\pm0.03^{d}$
30	$^{B}11.49\pm0.06^{a}$	$^{B}11.66\pm0.02^{b}$	$^{C}12.43\pm0.04^{c}$	$^{B}12.74\pm0.05^{d}$

a, b, c means with different superscripts in the same row are significant differences at ($P\leq0.05$)
A, B, C means with different superscripts in the same column are significant differences at ($P\leq0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Results and discussion

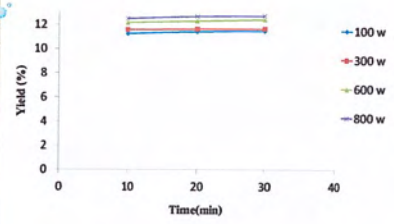


Figure 1. The effect of Electric power and time to grape seed oil extraction

Results and discussion

Table 2. The effect of Electric power and time to grape seed oil extraction

Time	Percentage of total oil extracted (%)			
(min)	100 W	300 W	600 W	800 W
0 - 10	98.00	99.31	97.99	98.19
10 - 20	1.39	0.43	0.97	1.33
20 - 30	0.61	0.26	1.05	0.47

Results and discussion

Table 3. The effect of the ratio of grape seed oil extraction

Grape seed (g) : Petroleum Ether (ml)	Yield (%)
1 : 28	7.69 ± 0.14^{ns}
1 : 14	7.72 ± 0.08^{ns}
1 : 7	7.74 ± 0.06^{ns}

nsmeans with subscribed ns are not significantly different (P>0.05)

Results and discussion

Table 4. Effect of extraction methods, size and duration of effect of grape seed oil.

Time	Soaking		Ultrasonic		Microwave	
(min)	Coarse	Fine	Coarse	Fine	Coarse	Fine
1	$^{A}3.37\pm0.21^{a}$	$^{A}6.22\pm0.15^{c}$	$^{A}4.25\pm0.11^{b}$	$^{A}6.64\pm0.21^{d}$	$^{A}7.69\pm0.14^{e}$	$^{A}9.20\pm0.14^{f}$
2	$^{B}3.78\pm0.11^{a}$	$^{B}6.70\pm0.19^{c}$	$^{B}4.68\pm0.17^{b}$	$^{B}7.34\pm0.17^{d}$	$^{B}8.69\pm0.13^{e}$	$^{B}10.68\pm0.15^{f}$
3	$^{B}3.80\pm0.17^{a}$	$^{B}6.90\pm0.12^{c}$	$^{B}4.89\pm0.13^{b}$	$^{C}7.99\pm0.14^{d}$	$^{C}9.76\pm0.10^{e}$	$^{C}11.15\pm0.07^{f}$
5	$^{B}3.95\pm0.10^{a}$	$^{C}7.13\pm0.05^{c}$	$^{C}5.28\pm0.06^{b}$	$^{D}8.52\pm0.16^{d}$	$^{C}10.65\pm0.09^{e}$	$^{D}11.44\pm0.06^{f}$

a, b, c means with different superscripts in the same row are significant differences at ($P\leq0.05$)
A, B, C means with different superscripts in the same column are significant differences at ($P\leq0.05$)

Results and discussion

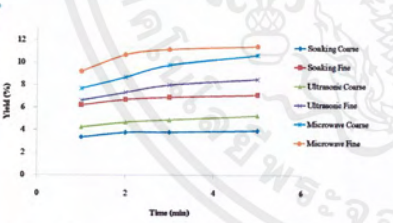


Figure 2. Effect of extraction methods, size and duration of effect of grape seed oil.

Results and discussion

Table 5. Percentages decreased productivity with the yield of the coarse and fine.

Time	Yield decreasing (%)		
(min)	Soaking	Ultrasonic	Microwave
1	45.82	35.99	16.41
2	43.58	36.24	18.63
3	44.93	38.80	12.47
5	44.60	38.03	6.91
AVERAGE	44.73	37.27	13.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Results and discussion

Table 6. Percentages increased productivity compared to using ultra sonic assisted extraction and microwave extraction with soaking extraction.

Time	Ultrasonic		Microwave	
(min)	Coarse	Fine	Coarse	Fine
1	26.11	6.75	128.19	47.91
2	23.81	9.55	129.89	59.40
3	28.68	15.80	156.84	61.59
5	33.67	19.50	169.62	60.45
AVERAGE	28.07	12.90	146.14	57.34

Conclusions

1. The effect of Electric power and time to grape seed oil extraction.

During the first ten minutes the yield (%) to 90 % can be used for a short time to extract.

2. The effect of the ratio of grape seed oil extraction.

The ratio of 1: 28 reduced to 1 : 7 can be reduce the use of petroleum ether and reduce the cost of extraction.

3. Effect of extraction methods, size and duration of grape seed oil.

- Extraction methods the best extraction microwave because the heat from microwaves involved.
- Grape seed extracts are coarse. The results showed that grape seed oil is less than the grape seed fine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวบุณยานุช ชำนาญดี
วัน เดือน ปีเกิด	26 พฤษภาคม 2535
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2547	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์
พ.ศ. 2550	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์
พ.ศ. 2553	เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสุภาพร ชูแจ่ม
วัน เดือน ปีเกิด	17 ธันวาคม 2534
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2547	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมสังคีตวิทยา กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2550	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม
พ.ศ. 2553	เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้