

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเปรียบเทียบวิธีการสกัด และคุณสมบัติของ
สารต้านอนุมูลอิสระของกากเหลือจากการสกัดน้ำมันของเมล็ดองุ่น
COMPARISION OF EXTRACTION METHODS AND
ANTIOXIDANT PROPERTIES FROM RESIDUE OF GRAPE SEED
OIL EXTRACTION



T143355

จุไรรัตน์ อับดุลลา
ทัตดาว พรมสุรียา

รฟว.
จ 65 ก
2009

สาขา.....
เลขทะเบียน..... 143355
วันเดือนปี 01 ต.ค. 2559

b. 14797848
i.

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปัญหาพิเศษ

การเปรียบเทียบวิธีการสกัด และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ
ของกากเหลือจากการสกัดน้ำมันของเมล็ดองุ่น

Comparision of extraction methods and antioxidant
properties from residue of grape seed oil extraction

จุไรรัตน์

อับดุลลา

ทัตดาว

พรมสุรียา

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

Faculty of Agro-industry

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

การเปรียบเทียบวิธีการสกัด และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ
ของกากเหลือจากการสกัดน้ำมันของเมล็ดองุ่น

Comparision of extraction methods and antioxidant
properties from residue of grape seed oil extraction

จัดทำโดย

จุไรรัตน์	อัปศุลา	รหัสนักศึกษา	53080151
ทัตดาว	พรมสุรียา	รหัสนักศึกษา	53080161

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิตติชัย บรรจง

หลักสูตรวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ


การเปรียบเทียบวิธีการสกัด และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ
ของกากเหลือจากการสกัดน้ำมันของเมล็ดองุ่น

Comparision of extraction methods and antioxidant
properties from residue of grape seed oil extraction

จัดทำโดย

จุไรรัตน์	อับดุลลา	รหัสนักศึกษา	53080151
หัตตดาว	พรมสุรียา	รหัสนักศึกษา	53080161

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


.....

31/ ๕๓. / ๕๗

(ดร.กิตติชัย บรรจง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การเปรียบเทียบวิธีการสกัด และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระของกากเหลือจากการสกัดน้ำมันของเมล็ดองุ่น
นักศึกษา	จุไรรัตน์ อับดุลลา
รหัสประจำตัว	53080151
นักศึกษา	ทัตดาว พรหมสุรียา
รหัสประจำตัว	53080161
หลักสูตร	วิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ	ดร.กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบวิธีการสกัดและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของการสกัดกากเหลือจากการสกัดน้ำมันของเมล็ดองุ่นพันธุ์ป็อกดำด้วยไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 300, 600 และ 800 วัตต์ กับการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 5, 10, 20 และ 30 นาที ด้วยสารละลายเอทานอล 50% v/v โดยใช้อัตราส่วนกากเมล็ดองุ่นต่อสารละลายเอทานอล 1:9 w/v พบว่าทั้งสองวิธี มีผลต่อการสกัดโดยให้สารสกัดที่มีผลวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยการสกัดด้วยไมโครเวฟให้ผลต่ำกว่าการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิซึ่งเป็นวิธีควบคุมอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ส่วนผลของระยะเวลาสกัดที่ 5, 10, 20 และ 30 นาที ให้ผลการวิเคราะห์ทางเคมีแตกต่างกันเล็กน้อย โดยปริมาณสารสกัดและคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90 สกัดได้ตั้งแต่ช่วงระยะเวลาการสกัด 5 นาทีแรก

Special problem title	Comparison of extraction methods and antioxidant properties from residue of grape seed oil extraction
Student name	Churairat Apdunla
Student ID	53080151
Student name	Thatdao Promsuriya
Student ID	53080161
Programme	Food Process Engineering
Year	2014
Special problem advisor	Dr.Kittichai Banjong

ABSTRACT

The residue of grape seed oil extraction were extracted with microwave-assisted at 300, 600 and 800 watt compared to water bath at 70 °C for 5, 10, 20 and 30 minutes with ethanol 50% v/v as solvent in a ratio of 1:9 w/v. The effect of extraction to the total solids, polyphenol and antioxidant activity were compared between microwave-assisted and water bath. It was shown that the microwave-assisted extraction result was slightly lower than the water bath extraction result. The results are slightly different for the effect of extraction time at 5, 10, 20 and 30 minutes. The large proportion of the antioxidant was extracted during the first 5 minutes and the effect of extraction time was not significantly different ($P > 0.05$) except for the total solids.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการสกัด และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระของกากจากการสกัดน้ำมันของเมล็ดองุ่น นี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณ ทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจทรัพย์สินสนับสนุน และกำลังใจในการทำงานตลอดมา รวมทั้งขอบคุณพี่ๆเพื่อนๆทุกคนที่ทุกคนคอยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการหาข้อมูล และกำลังใจตลอดการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จุไรรัตน์ อับดุลลา

ทัตดาว พรหมสุริยา

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(I)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(II)
กิตติกรรมประกาศ	(III)
สารบัญ	(IV)
สารบัญรูป	(VI)
สารบัญตาราง	(VII)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขอบข่ายปัญหาพิเศษ	1
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การสกัดด้วยไมโครเวฟ	3
2.1.1 ไมโครเวฟ	3
2.1.2 หลักการทำงานของไมโครเวฟ	4
2.1.3 หลักการเกิดความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ	5
2.1.4 กลไกการให้ความร้อน	6
2.1.5 องค์ประกอบของไมโครเวฟ	7
2.1.6 ประสิทธิภาพ	9
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการทดลอง	11
3.1 วัดถุดิบ	11
3.2 เครื่องมือ	11
3.3 อุปกรณ์	11
3.4 สารเคมี	12
3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	12
บทที่ 4 ผลการทดลอง	14
4.1 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด	14
4.2 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด	16
4.3 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	18
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	20
5.1 สรุปผลการทดลอง	20
5.2 ข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23
ภาคผนวก ก.	24
ภาคผนวก ข.	26
ภาคผนวก ค.	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Microwave-assisted extraction	4
2.2 ส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ	8
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดกับเวลาที่ใช้ในการสกัด	14
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับเวลาที่ใช้ในการสกัด	16
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับเวลาที่ใช้ในการสกัด	18
ก.1.1 กากเมล็ดองุ่น	24
ก.2.1 ไมโครเวฟ (ด้านนอก)	24
ก.2.2 ไมโครเวฟ (ด้านใน)	25
ก.2.3 สารสกัดกากเมล็ดองุ่นที่ได้	25
ข.1 ตัวอย่างสารสกัดแห้งอบ	27
ข.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดกากเมล็ดองุ่น	29
ข.3 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายกรดแกลลิกต่อความเข้มข้นของสาร	30
ข.4 การเตรียมกราฟมาตรฐานสารละลาย DPPH	33
ข.5 การวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในตัวอย่างสารสกัดจากกากเมล็ดองุ่น	34
ข.6 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนของสารละลาย DPPH ต่อความเข้มข้นของสาร	36
ข.7 กราฟแสดงค่าดูดกลืนของสารละลายโทรลอกซ์ ต่อความเข้มข้นของสาร	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงผลการเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด	15
4.2	แสดงผลเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด	17
4.3	แสดงผลการเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ไม่โครกรัมไทโรลออกซ์ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)	19
ข.1	น้ำหนักก่อน-หลังของอะลูมิเนียมแคนและสารสกัดจากเมล็ดองุ่น	27
ข.2	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตรของสารละลายกรดแกลลิก	30
ข.3	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรของสารละลาย DPPH	35
ข.4	ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรของสารละลายไทโรลออกซ์	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

องุ่นเป็นไม้ผลชนิดเถาเลื้อยที่มีอายุยาวนานหลายปี สามารถปลูกได้ในสภาพภูมิอากาศหลายแบบ แต่องุ่นที่ปลูกในภาพที่มีอากาศหนาวเย็น จะมีคุณภาพสูงกว่า องุ่นเป็นไม้ผลวงศ์ Vitaceae สกุล Vitis มีหลายชนิด แต่พันธุ์ที่ปลูกอยู่ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นชนิด Vitisvinifera มีถิ่นกำเนิดในเอเชียที่มีอากาศอบอุ่น อุณหภูมิ 10-20 องศาเซลเซียส แต่ก็สามารถเจริญเติบโตได้ดี ในเขตอากาศกึ่งร้อนถึงร้อน สำหรับประเทศไทยเชื่อว่านำเข้ามาปลูกในสมัยรัชกาลที่ 5 จนกระทั่งปี พ.ศ. 2493 หลวงสมานวนกิจ ได้นำองุ่นจากแคลิฟอร์เนีย มาปลูกที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมวิชาการเกษตร ต่อมาในปีได้นำองุ่นยุโรปหลายสายพันธุ์ มาทดลองปลูกประสบความสำเร็จ และขยายผลไปสู่เกษตรกร ในเขตภาคกลางปลูกเป็นการค้าจนกระทั่งปัจจุบัน

เมล็ดองุ่นมีสารประกอบที่สำคัญคือ วิตามินอี Flavonoids, linoleic acid และ OligomericProanthocyanidin Complexes (OPCs) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เปลือกของผลองุ่นน้ำองุ่น และไวน์ ก็มีสารประกอบเหล่านี้เช่นเดียวกันแต่มีปริมาณน้อยกว่ามีปริมาณน้อยกว่าในเมล็ดองุ่น จึงมีการนำเมล็ดองุ่นที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ และไวน์มาสกัดสารจากเมล็ดองุ่น เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการสกัดน้ำมัน กากที่เหลือจากการสกัดยังมีคุณค่าสามารถนำไปใช้ในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อใช้ประโยชน์ได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2555)

1.2 ขอบข่ายของปัญหาพิเศษ

ปัญหาพิเศษนี้ศึกษาการเปรียบเทียบการสกัดระหว่างการสกัดด้วยไมโครเวฟกับอ่างควบคุมอุณหภูมิและคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระจากกากเมล็ดองุ่น วัตถุประสงค์ที่ใช้คือ กากเมล็ดองุ่นพันธุ์ป็อกดำ (Pokdum) สกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 300, 600 และ 800 วัตต์ เทียบกับการสกัดด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 20 และ 30 นาที

1.3 วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของกำลังไฟฟ้าและเวลาที่มีต่อการสกัดสารจากกากเมล็ดองุ่น เปรียบเทียบการสกัดกากเมล็ดองุ่นด้วยไมโครเวฟกับการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบผลของกำลังไฟฟ้า อุณหภูมิ และเวลา ที่มีต่อกระบวนการการสกัดสารจากกากเมล็ดองุ่นด้วยไมโครเวฟเพื่อใช้กำหนดสภาวะที่เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-assisted extraction)

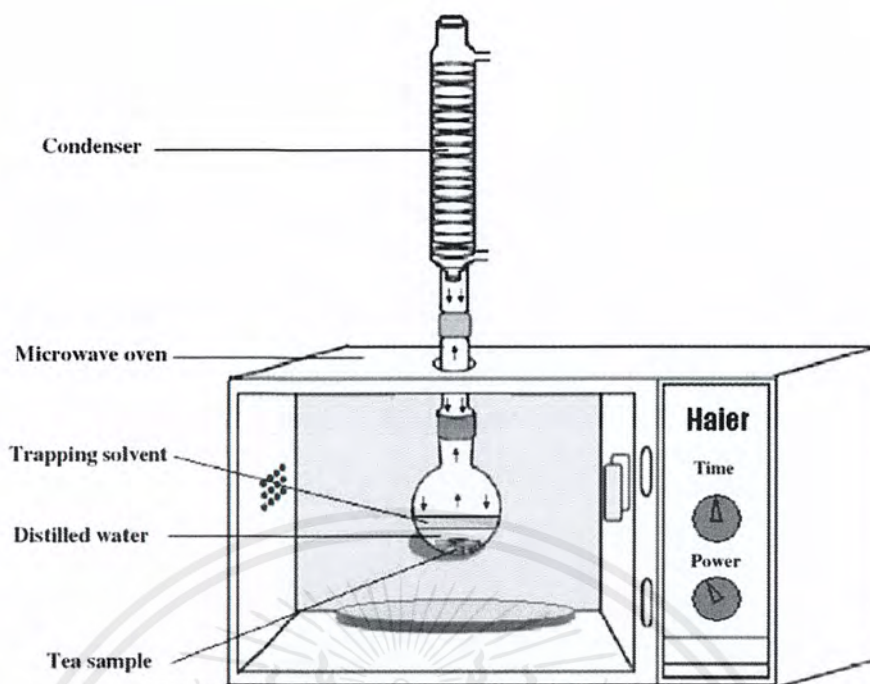
2.1.1 ไมโครเวฟ

เทคโนโลยีไมโครเวฟเป็นเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น งานด้านการสื่อสารคมนาคม ด้านอุตสาหกรรม และในครัวเรือน โดยในแต่ละด้านมีการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เช่น การสื่อสารคมนาคมจะใช้งานในส่วนของการส่งสัญญาณคลื่นไมโครเวฟไปยังเครื่องรับในระบบต่าง ๆ ที่ความถี่ต่างกัน เช่น สัญญาณวิทยุ สัญญาณโทรทัศน์ สัญญาณโทรศัพท์ เป็นต้น ในด้านอุตสาหกรรมใช้ในกระบวนการผลิต จะใช้คลื่นไมโครเวฟในการผลิตความร้อนสำหรับกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น การอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร การอบแห้งเซรามิก การอบแห้งกระดาษ การอบแห้งพลาสติก เป็นต้น เช่นเดียวกันกับงานในครัวเรือน คือ การผลิตความร้อน ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบอาหารเหมือนเตาแก๊สและเตาไฟฟ้า

อย่างไรก็ตามการนำเตาอบไมโครเวฟมาใช้ในการผลิตเป็นความร้อนสำหรับงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยยังไม่แพร่หลาย เนื่องจากราคาของเตาอบไมโครเวฟอุตสาหกรรม ซึ่งใช้แมกนีตรอน (Magnetron) หรือแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีกำลังวัตต์สูงและทนความร้อนสูงเพื่อจะสามารถทำงานได้ต่อเนื่องมีราคาสูงอยู่ในช่วง 50,000 - 100,000 บาทต่อกิโลวัตต์ และไม่มีจำหน่ายในประเทศไทยซึ่งแตกต่างกับเตาอบไมโครเวฟขนาดเล็กที่ใช้ในครัวเรือนที่ใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย และยกกระตือรือร้นการผลิตเป็น Mass production ทำให้ราคาต่ำมากอยู่ในช่วง 1,500 - 2,500 บาทต่อกิโลวัตต์ ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าแมกนีตรอนที่ใช้กับเตาอบไมโครเวฟแบบครัวเรือนสามารถนำมาพัฒนาให้ใช้ได้อย่างต่อเนื่องในงานอุตสาหกรรมได้ (สาวิตรี คำหอม, 2551)

เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟมีประสิทธิภาพในการสกัดและลดเวลาในการเตรียมตัวอย่างและลดปริมาตรตัวทำละลายที่ใช้เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการสกัดตัวอย่างแบบเดิม โดยการให้ความร้อนสำหรับ Microwave-assisted extraction อยู่บนพื้นฐานของการสกัดโดยตรงของคลื่นไมโครเวฟต่อโมเลกุล พลังงานจากคลื่นไมโครเวฟมีผลทำให้โมเลกุลเกิดการเคลื่อนไหว โดยเกิดการไมเกรตของไอออนและการหมุนของคู่ขั้ว โดยการหมุนของคู่ขั้วเป็นผลให้เกิดเป็นสนามไฟฟ้าของโมเลกุลทั้งในตัวทำละลายและในตัวอย่างทำให้มีความร้อนเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน (เจลิยว ปิยะชน, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 Microwave-assisted extractions

ที่มา: เฉลียว ปิยะชน (2553)

2.1.2 หลักการทำงานของไมโครเวฟ

เครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟจะให้ความร้อนกับวัสดุโดยการแผ่คลื่นย่านความถี่ไมโครเวฟผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุ โมเลกุลของน้ำที่อยู่ในวัสดุจะดูดซับพลังงานของคลื่นที่ผ่านเข้าไป ซึ่งโมเลกุลของน้ำเป็นโมเลกุลที่มีขั้วไฟฟ้า คือ มีประจุบวกและประจุลบที่ตรงกันข้าม เมื่อคลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านเข้าไปโมเลกุลเหล่านี้ก็จะถูกเหนี่ยวนำและหมุนขั้วเพื่อปรับเรียงตัวตามสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของคลื่นเป็นสนามที่เปลี่ยนแปลงสลับไปมาจึงส่งผลให้โมเลกุลเหล่านี้หมุนกลับไปกลับมาทำให้เกิดเป็นความร้อนขึ้น น้ำจึงกลายเป็นไอน้ำออกจากวัสดุซึ่งเวลาการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ นั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุแต่ละชนิดที่มีปัจจัยแตกต่างกัน เช่น ความชื้นในชิ้นวัสดุ ความหนาแน่น และองค์ประกอบอื่น ในการกลายเป็นไอน้ำนั้นจะลอยตัวสู่ด้านบนหากต้องการให้วัสดุแห้งจะต้องดูดไอน้ำนี้ออก แต่หากไม่ดูดออกวัสดุจะถูกนึ่งหรือต้มด้วยน้ำภายในชิ้นวัสดุเอง จึงทำให้เตาอบไมโครเวฟสามารถนำไปใช้งานในครัวเรือนได้อย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 หลักการเกิดความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ในกระบวนการทำความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟนั้นจะต้องอาศัยกลไกการเปลี่ยนแปลงพลังงาน 2 กลไก คือ การเหนี่ยวนำเชิงไอออนและกลไกการหมุนทั้งสองข้าง ดังนี้

1) กลไกขบวนการเหนี่ยวนำเชิงไอออน (Ionic conduction) กลไกนี้เริ่มขึ้นเมื่อประจุไอออนซึ่งเกิดการแตกตัวในสารละลายถูกเร่งด้วยแรงของสนามไฟฟ้าที่กระทำ ตัวอย่างเช่น สารละลายเกลือในน้ำ ซึ่งในสารละลายจะประกอบไปด้วยไอออนของโซเดียม (Na^+) คลอไรด์ (Cl^-) ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+ , H^+) และไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) ซึ่งเคลื่อนที่โดยสนามไฟฟ้าในทิศทางตรงข้ามกับประจุที่มีอยู่แต่ละไอออน จากการเคลื่อนที่ดังกล่าวทำให้ไอออนชนกับโมเลกุลของน้ำที่ยังไม่เกิดการแตกตัวเป็นไอออนอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้พลังงานจลน์เพิ่มขึ้นเป็นเหตุให้ไอออนเกิดความเร่งและส่งผลเป็นลูกโซ่ต่อการชนของโมเลกุลอื่นคล้ายกับการชนของลูกบิลเลียด เมื่อค่าประจุเปลี่ยนแปลงไอออนจึงมีความเร่งเพิ่มขึ้นในทิศทางตรงกันข้าม โดยเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดด้วยอัตราความถี่สูงนับล้านครั้งต่อวินาที ทำให้มีการชนและถ่ายเทพลังงานเกิดขึ้นในระดับโมเลกุลอย่างมหาดศาล ดังนั้นจึงมีขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน 2 ขั้นตอน คือ พลังงานของสนามไฟฟ้าถูกเปลี่ยนแปลงไปตามพลังงานจลน์ โดยการเหนี่ยวนำแบบบังคับทิศทาง (Ordered kinetic energy) ซึ่งถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นพลังงานจลน์ โดยการเหนี่ยวนำแบบไร้ทิศทาง (Disordered kinetic energy) ณ จุดซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงาน ความร้อนและพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นด้วยกลไกนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิหรือความถี่

2) กลไกการขบวนการหมุนของทั้งสองข้าง (Dipolar rotation) สำหรับโมเลกุลหลายชนิด เช่น โมเลกุลน้ำซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสองข้าง (Dipole) โดยธรรมชาติ หมายถึง โมเลกุลมีสมบัติของการกระจายความจุที่ไม่สมมาตร เมื่อเทียบกับจุดศูนย์กลางส่วนโมเลกุลของสารชนิดอื่นจะเกิดความไม่สมมาตรได้หากเกิดการเหนี่ยวนำโดยสนามไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป ทั้งนี้เพราะสนามไฟฟ้าทำให้เกิดหน่วยแรงค้ำภายในโมเลกุล โดยขั้วทั้งสองได้รับอิทธิพลจากกลไกดังกล่าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงขั้วอย่างรวดเร็วตามสนามไฟฟ้าที่มากกระทำ ตัวอย่างเช่น คลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ 2450 MHz สามารถทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของขั้วประจุถึง 4900 ล้านครั้งต่อหนึ่งรอบคลื่น แม้ว่าในตอนเริ่มประจุในโมเลกุลจะมีการกระจายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบหรืออย่างสุ่มก็จะได้รับผลให้มีการจัดเรียงประจุตามทิศทางหรือขั้วของสนามไฟฟ้าที่มากกระทำ อย่างไรก็ตามเมื่อสนามไฟฟ้าที่มากกระทำมีค่าลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ทำให้ขั้วที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามไฟฟ้างดงกล่าวเปลี่ยนกลับมาที่มีการกระจายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบเช่นเดิม คือ การคลายสนาม (Pelaxes) เช่นกัน เมื่อสนามไฟฟ้ามากระทำในทิศทางตรงกันข้ามดังนั้นการสร้างหรือการจัดเรียง (Alignment) และการคลายสนามที่ความถี่หนึ่งจะเกิดขึ้นนับล้านครั้งในหนึ่งวินาที เป็นการแปลงพลังงานสนามไฟฟ้าเป็นศักย์เก็บไว้ในวัสดุแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์หรือพลังงานความร้อนนั่นเอง นอกจากนั้นขนาดของโมเลกุลที่ขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิในขณะที่มีการสร้างหรือการจัดเรียงและการคลายสนามไฟฟ้านั้นจะถูกนิยาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นความถี่ของการคลายสนามโดยโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก เช่น น้ำและโมโนเมอร์จะมีค่าความถี่ของการคลายสนามมากกว่าความถี่ของคลื่นไมโครเวฟและมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น จึงเป็นเหตุให้การเปลี่ยนพลังงานไปเป็นความร้อนได้ช้าลง ในทางตรงกันข้ามกับโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ เช่น โพลีเมอร์จะมีค่าความถี่ของการคลายสนามน้อยกว่าความถี่ของคลื่นไมโครเวฟมีผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ในบางสภาวะซึ่งนั่นก็คือมีการแปลงพลังงานไปเป็นความร้อนได้สูงและนำไปสู่การเกิดปรากฏการณ์เทอร์มอลรันอะเวย์ (Thermal runaway) ในวัสดุได้ง่าย มีข้อสนับสนุนถึงความจริงอย่างหนึ่งที่ว่าของเหลว เช่น น้ำและโมโนเมอร์จะเป็นตัวดูดซับพลังงานไมโครเวฟได้ดีกว่าโพลีเมอร์ เหตุนี้จึงสามารถนำไมโครเวฟไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการอบแห้งที่มีองค์ประกอบเป็นของเหลวและโมโนเมอร์ได้ (สาวิตรี คำหอม, 2551)

2.1.4 กลไกการให้ความร้อน

กลไกหลักในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ คือ การเขย่าโมเลกุลให้สั่นภายในสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า อนุภาคเหล่านี้จะปรับตัวให้มีเฟสตรงกับสนาม แต่อย่างไรก็ตาม การเคลื่อนไหวของอนุภาคเหล่านี้จะถูกต้านด้วยแรงอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคและแรงต้านไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้อนุภาคเกิดการเคลื่อนที่แบบสุ่มจนเกิดเป็นความร้อน กลไกการให้ความร้อนสามารถแบ่งได้เป็นได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1). Dipolar polarisation

Dipolar polarisation เป็นขั้นตอนการให้ความร้อนแก่มอเลกุลมีขั้ว โดยโมเลกุลจะพยายามสั่นตามการสั่นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ด้วยแรงระหว่างโมเลกุลและแรงเฉื่อยทำให้โมเลกุลเกิดการเคลื่อนที่แบบสุ่มจนทำให้เกิดความร้อนสิ่งสำคัญของกลไกนี้ คือ ช่วงความถี่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นจะต้องมีค่าเพียงพอที่จะทำให้เกิดอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล ถ้าความถี่มีค่าสูงเกินไปจะทำให้แรงระหว่างโมเลกุลไปหยุดการเคลื่อนไหวของโมเลกุลก่อนที่มันจะเคลื่อนที่ไปตามสนาม หรือถ้าความถี่มีค่าต่ำเกินไปทำให้โมเลกุลมีเวลาเพียงพอที่จะเรียงตัวเองให้สามารถเคลื่อนตามสนามได้โดยไม่เกิดการเคลื่อนที่แบบสุ่ม

2). Conduction mechanism

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะทำให้ไอเล็กตรอนหรือไอออนในตัวนำไฟฟ้าเกิดการสั่นจนกลายเป็นกระแสไฟฟ้าซึ่งส่งผลให้เกิดค่าความต้านทานไฟฟ้าภายในทำให้ตัวนำร้อน ข้อจำกัดของวิธีการนี้ คือ ไม่เหมาะสำหรับวัสดุที่มีสภาพการนำไฟฟ้าสูง

3). Interfacial polarisation

วิธีการนี้เป็นการรวมเอาวิธี Conduction และวิธี Dipolar polarisation เข้าด้วยกัน เพื่อใช้งานในระบบที่ตัวอย่างเป็นวัสดุนำไฟฟ้ากระจายตัวอยู่ในวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า เช่น การกระจายตัวของโลหะในกัมมะถัน กัมมะถันไม่ตอบสนองต่อไมโครเวฟ ส่วนโลหะจะสะท้อนพลังงานของไมโครเวฟ แต่เมื่อนำสารทั้งสองมารวมกันจะกลายเป็นวัสดุที่ดูดกลืนไมโครเวฟได้เป็นอย่างดี โดยโลหะจะต้องอยู่ในรูปผง ตัวอย่างจะดูดกลืนและทำให้เกิดความร้อนได้ด้วยวิธีการ Dipolar polarisation กัมมะถันที่อยู่รอบๆ ผงโลหะจะประพฤติตัวเสมือนเป็นตัวทำละลายสำหรับโมเลกุลมีขั้ว และต้านการเคลื่อนที่ของไอออนด้วยแรงที่มีค่าเท่ากับอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล ทำให้ไอออนเกิดการเคลื่อนที่แบบสุ่มจนเกิดความร้อนขึ้น (แวนอาตีเกะ วาเต๊ะ, 2540)

2.1.5 องค์ประกอบของไมโครเวฟ

1) แหล่งกำเนิดคลื่น

แมกนีตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่น ความถี่ 2450 MHz ลักษณะภายนอกของแมกนีตรอน ดังแสดงใน รูปที่ 2.5 ส่วนโครงสร้างภายในของแมกนีตรอนประกอบไปด้วยแอโนด (Anode) สายอากาศ (Antenna) ไส้หลอด (Filament or Heater) ซึ่งทำหน้าที่เป็นแคโทด (Cathode)

2) วงจรสร้างความดันไฟฟ้าสูง

ชุดวงจรสร้างแรงดันไฟฟ้าสูงประกอบด้วย High Voltage Transformer, High Voltage Diode และ High Voltage Capacitor เพื่อสร้างความต่างศักย์ของแรงดันระหว่างขั้วแอโนดและแคโทด ลักษณะของอุปกรณ์วงจรสร้างความดันไฟฟ้าสูง

3) ท่อนำคลื่น (Wave guide)

โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นท่อกลมหรือท่อเหลี่ยม ทำมาจากทองแดงหรืออะลูมิเนียม ทำหน้าที่นำคลื่นจากแมกนีตรอนไปสู่ห้องอบ

4) ห้องอบ (Cavity)

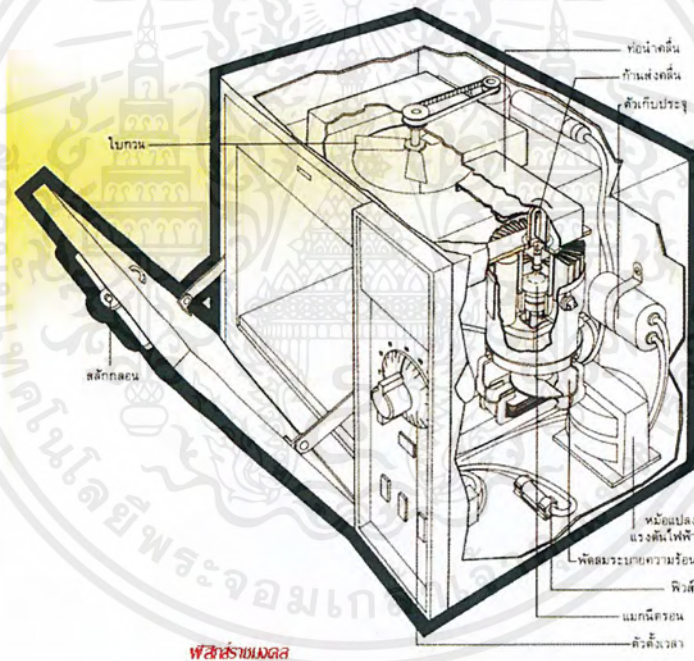
ห้องอบประกอบด้วยทางเข้าออกของวัสดุ ช่องระบายความชื้น ทางออกของคลื่น และอุปกรณ์กวนคลื่นสำหรับสร้างความสม่ำเสมอของการกระจายคลื่น โดยห้องอบจะถูกออกแบบให้ป้องกันการรั่วไหลของคลื่นสู่ภายนอก (ไม่เกิน 10 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร)

5) ระบบระบายความร้อนของแมกนีตรอน

การทำงานของแมกนีตรอนจะมีความร้อนเกิดขึ้นบริเวณโดยรอบ ต้องมีการระบายความร้อนออกโดยทั่วไปใช้พัดลมเป่าผ่านแมกนีตรอนสำหรับเตาอบไมโครเวฟแบบครัวเรือน สำหรับในเตาอบไมโครเวฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมระบบระบายความร้อนของแมกนีตรอนจะขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ เช่น การใช้น้ำเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น

6) ระบบควบคุม

เตาอบไมโครเวฟมีระบบควบคุมการทำงานของส่วนประกอบของเครื่องเช่น การทำงานของแมกนีตรอน, การทำงานของพัดลม และอุปกรณ์อื่นๆขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ (สาวิตรี คำหอม, 2551)



พีธีรัมย์พลล

รูปที่ 1 ลักษณะทั่วไปและส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ

รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ

ที่มา: อีระยุทธ สุวรรณประทีป (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 ประสิทธิภาพ

เตาอบไมโครเวฟ นั้นไม่ได้แปลงพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเป็นคลื่นไมโครเวฟ เตาอบไมโครเวฟ ที่พบเห็นตามบ้านทั่วไปอาจจะกินไฟ 1100 วัตต์ แต่ให้คลื่นไมโครเวฟที่มีกำลังงานเพียง 700 วัตต์ ส่วนอีก 400 วัตต์ที่เหลือนั้นจะสูญเสียไปกับอุปกรณ์ภายในเครื่องในรูปของความร้อน จุดที่มีการสูญเสียมากคือ ในท่อแมกนีตรอน ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 100% มาก ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นไมโครเวฟ ส่วนอื่นที่มีการสูญเสียแต่ไม่มากนักคือ หลอดไฟให้แสงสว่าง หม้อแปลงไฟฟ้า พัดลมให้ความเย็นแกแมกนีตรอน มอเตอร์หมุนจานรองอบ และวงจรควบคุม ความร้อนที่สูญเสียนี้ไม่ได้ส่งผ่านให้กับอาหารที่อบ แต่จะถูกถ่ายเทออกมาทางช่องระบายความร้อนสู่ภายนอก พลังงานของคลื่นไมโครเวฟที่ถูกสร้างขึ้น จะสูญเสียไปในรูปความร้อนในอาหารที่อยู่ในช่องอบอาหาร ถ้าหากปริมาณอาหารสำหรับดูดซับคลื่นในช่องอบอาหารนั้นมีน้อย คลื่นไมโครเวฟจะถูกสะท้อนกลับสู่แมกนีตรอน และกลายเป็นความร้อนในอุปกรณ์ส่วนประกอบของแมกนีตรอน ซึ่งทำให้เตาไมโครเวฟนั้นร้อน และอาจเสียหายได้ (วิกิพีเดีย, 2556)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรศักดิ์ เหมวิมล (2547) ได้ศึกษาการนำคลื่นอัลตราซาวด์และคลื่นไมโครเวฟมาช่วยในการสกัดกลุ่มสารแอนตีออกซิแดนซ์ที่เรียกว่าแอนทราควินโนนจากรากของต้นยอผลการทดลองพบว่า ปริมาณการสกัดสารแอนทราควินโนนโดยการใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายจะเพิ่มขึ้นตามเวลาและอุณหภูมิที่ใช้และเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลายในการสกัดโดยใช้คลื่นอัลตราซาวด์ ส่วนไมโครเวฟตัวทำละลายเมทานอลจะสกัดได้ดีที่สุดนอกจากนี้ พบว่า ตัวทำละลายเอทานอลกับน้ำ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดได้มากขึ้นเนื่องจากตัวรากเกิดการพองตัวขึ้นเนื่องจากน้ำทำให้ตัวทำละลายสามารถเข้าไปสกัดได้ดียิ่งขึ้นโดยที่ปริมาณการสกัดใกล้เคียงกันพบว่าการใช้วิธีการแช่ขุ่ยและวิธีการชอกต์เลต จะใช้เวลาในการสกัดมากกว่าการใช้คลื่นอัลตราซาวด์และคลื่นไมโครเวฟ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้คลื่นอัลตราซาวด์กับคลื่นไมโครเวฟพบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟจะใช้เวลาน้อยกว่าในการสกัด รวมทั้งประสิทธิภาพในการต่อต้านอนุมูลอิสระโดยการใช้คลื่นไมโครเวฟก็จะดีกว่าการใช้คลื่นอัลตราซาวด์และการแช่ขุ่ยด้วย ดังนั้นการใช้คลื่นไมโครเวฟมาช่วยในการสกัด นอกจากจะทำให้ช่วยร่นระยะเวลาในการสกัดแล้ว ยังพบว่าสารที่สกัดได้ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีอีกด้วย

วัชรารภณ์ ประภาสะโนบล และคณะ (2555) ได้ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลและปิโตรเลียมอีเทอร์ของใบสิบสองราศีด้วยวิธี DPPH จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดเอทานอลและสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบสิบสองราศีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.397 และ 1.390 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดทั้งสองชนิดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu phenol test จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกคิดเป็นร้อยละของสารสกัดเอทานอล และสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์มีค่าเท่ากับ 33.684 และ 2.382 มิลลิกรัมกรดแกลลิก ตามลำดับ

ศรีปาน เขยกลิ่นเทศ (2556) ได้ศึกษาผลของการเตรียมเนื้อลำไย เงานะ และลิ้นจี่ ก่อนการอบแห้ง ด้วยการลวก แช่น้ำแข็งที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส แช่สารละลายกรดซิตริก 0.5 เปอร์เซ็นต์ และแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อปริมาณน้ำตาลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทำแห้งด้วยระบบไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับอินฟราเรดแบบต่อเนื่อง ตามด้วยการอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส วัดปริมาณน้ำตาลก่อนและหลังอบแห้งด้วยวิธี HPLC หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ผลการศึกษาพบว่า การใช้ไมโครเวฟ 5 นาที ร่วมกับอินฟราเรด 5 นาที พัก 5 นาที จำนวน 5 รอบ แล้วอบต่อด้วยลมร้อนเป็นเวลา 5 ชั่วโมง สามารถลดความชื้นในเนื้อลำไยได้มากที่สุด รองลงมาคือเงานะและลิ้นจี่ เนื้อผลไม้ ที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีแตกต่างกันเมื่อแห้งแล้วมีน้ำตาลเพิ่มเป็น 5 เท่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลำไยสด เงานะสด และลิ้นจี่สด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 38.22, 179.19 และ 17.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ การแช่กรดซิตริก สามารถเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเนื้อลำไยได้ สำหรับเงานะและลิ้นจี่นั้น เนื้อแห้งที่ผ่านการเตรียมก่อนอบทุกวิธีพบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

เมล็ดตองุ่น พันธุ์ป็อกดำ (Pokdum) จากบริษัท สยามไวเนอรี่ จำกัด (จังหวัดสมุทรสาคร)

3.2 เครื่องมือ

- 3.2.1 ตู้บลมร้อน
- 3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด
- 3.2.3 เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge)
- 3.2.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- 3.2.5 ไมโครเวฟ
- 3.2.6 สเปกโทมิเตอร์
- 3.2.7 Vortex mixer
- 3.2.8 เครื่องกรองสุญญากาศ

3.3 อุปกรณ์

- 3.3.1 ขวดปรับปริมาตรขนาด 10,100 และ 1000 มิลลิลิตร
- 3.3.2 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3.3.3 บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3.3.4 ปีเปตขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร
- 3.3.5 กระจกตวงขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
- 3.3.6 จุกยางอุดสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สารเคมี

- 3.4.1 เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์
- 3.4.2 เอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์
- 3.4.3 Folin-Ciocalteu
- 3.4.4 โซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์
- 3.4.5 กรดแกลลิกความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
- 3.4.6 Troloxความเข้มข้น 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
- 3.4.7 2, 2-diphenyl-1-picryl-hyrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์

3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.5.1 การเตรียมตัวอย่างกากเมล็ดองุ่น

นำเมล็ดองุ่นที่ถูกสกัดน้ำมันออกไปแล้ว อบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง บรรจุลงในถุงพลาสติกสุญญากาศและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส รอการสกัดต่อไป

3.5.2 วิธีการทดลอง

การทดลอง ผลของการสกัดด้วยไมโครเวฟเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เป็นการเปรียบเทียบการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส กับการสกัดด้วยไมโครเวฟ ที่ระดับกำลังไฟฟ้า 300, 600 และ 800 วัตต์ โดยทดลองสกัดเป็นระยะเวลา 5, 10, 20 และ 30 นาที วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยมีปัจจัยคือ วิธีสกัด 4 วิธี (อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส, ไมโครเวฟ 300, 600 และ 800 วัตต์) กับระยะเวลาการสกัด 4 ระดับ (5, 10, 20 และ 30 นาที) ทำการทดลองเป็น 3 ซ้ำ ได้สารสกัดทั้งหมด $4 \times 4 \times 3 = 48$ ตัวอย่าง ใส่ในขวดสีชาเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3.5.2.1 การสกัดสารจากกากเมล็ดองุ่นด้วยไมโครเวฟ

นำกากเมล็ดองุ่นไปสกัดด้วยไมโครเวฟ โดยใช้กากเมล็ดองุ่น 10 กรัม และเอทานอล 50% ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ใส่ลงในพลาสติกกันกลมต่อกับคอนเดนเซอร์ใสในเครื่องสกัดด้วยไมโครเวฟ สกัดที่กำลังไฟฟ้า 300, 600 และ 800 วัตต์ ในเวลา 5, 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ กรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทำการหมุนเหวี่ยงที่ระดับความเร็ว 4000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บตัวอย่างสารสกัดที่ได้ใส่ขวดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 วิธีการสกัดสารจากกากเมล็ดองุ่นด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

นำกากเมล็ดองุ่น 10 กรัม และเอทานอล 50% ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ มาสกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 5, 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ กรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทำการหมุนเหวี่ยงที่ระดับความเร็ว 4000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บตัวอย่างสารสกัดที่ได้ใส่ขวดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางเคมี

3.5.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมดในสารสกัดจากกากเมล็ดองุ่น (Total solids) โดยวิธี Gravimetric (AOAC, 1990) ดูภาคผนวกประกอบ

3.5.2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากกากเมล็ดองุ่น (Total polyphenol content) โดยวิธี Folin-Ciocalleu ดูภาคผนวกประกอบ

3.5.2.5 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากกากเมล็ดองุ่น (Antioxidant activity) โดยวิธี DPPH radical Scavenging assay ดูภาคผนวกประกอบ



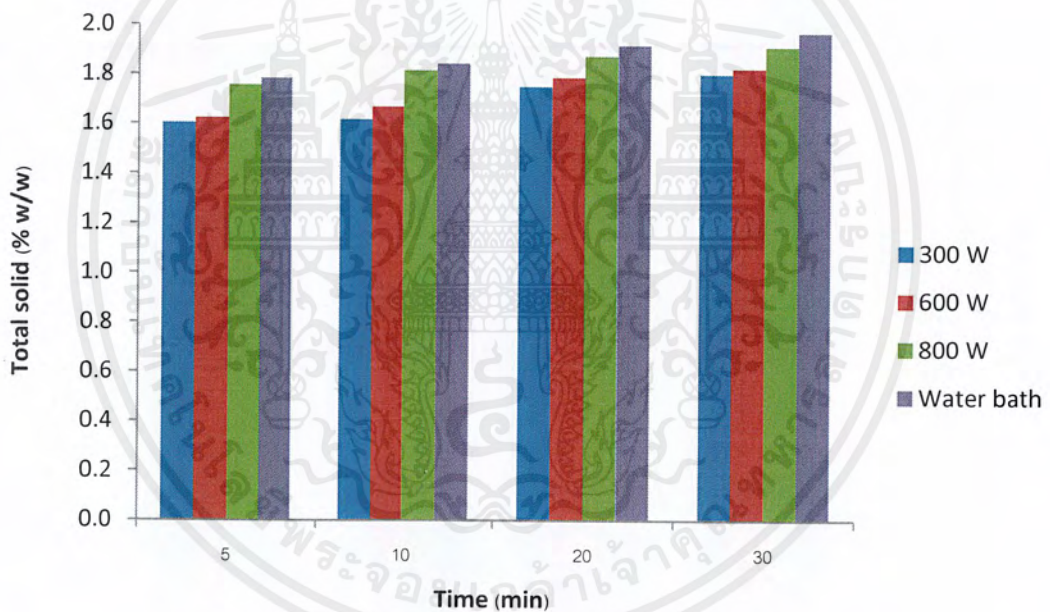
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด

ปริมาณของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยที่ได้จากการสกัดกากเมล็ดตองุ่นด้วยไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 300, 600 และ 800 วัตต์ กับอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่เวลา 5, 10, 20 และ 30 นาที โดยนำสารสกัดที่ได้วิเคราะห์หาปริมาณโดยเฉลี่ยของของแข็งทั้งหมดโดยเครื่องอบลมร้อน ดังรายงานโดย AOAC (1990) ผู้นำหนักที่ได้นำไปคำนวณหาปริมาณโดยเฉลี่ยของของแข็งทั้งหมด ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 ข้างล่างนี้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดกับเวลาที่ใช้ในการสกัด โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟกับอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด

Time (min)	Total solid (%)			
	300 W	600 W	800 W	Water bath
5	^A 1.60 ± 0.01 ^a	^A 1.62 ± 0.01 ^a	^A 1.76 ± 0.10 ^b	^A 1.78 ± 0.10 ^b
10	^A 1.62 ± 0.06 ^a	^A 1.67 ± 0.04 ^a	^{A,B} 1.81 ± 0.56 ^b	^{A,B} 1.84 ± 0.08 ^b
20	^B 1.75 ± 0.00 ^a	^B 1.79 ± 0.06 ^{a,b}	^{B,C} 1.87 ± 0.07 ^{b,c}	^{B,C} 1.92 ± 0.04 ^c
30	^B 1.80 ± 0.02 ^a	^B 1.82 ± 0.03 ^{a,b}	^C 1.91 ± 0.08 ^{b,c}	^C 1.97 ± 0.25 ^c

หมายเหตุ

a, b, c ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

A, B, C ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

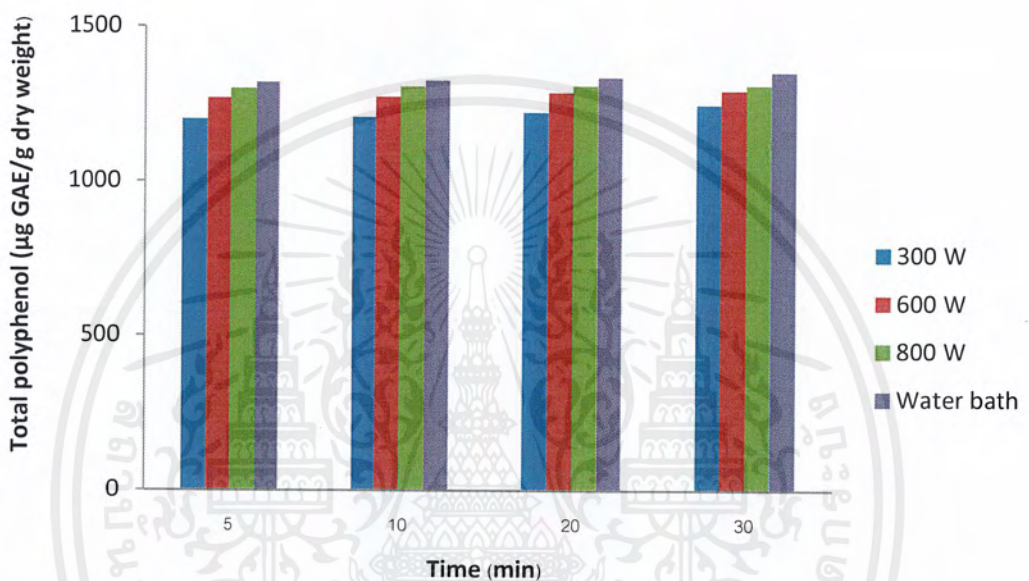
ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการสกัดมีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ที่สกัดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน ($P > 0.05$) ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) พบว่าวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ระหว่าง 1.78 ถึง 1.97 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการสกัดด้วยไมโครเวฟให้ผลการสกัดในรูปของของแข็งทั้งหมดต่ำกว่าเล็กน้อยโดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.60 ถึง 1.91 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีที่ได้ปริมาณของแข็งทั้งหมดรองลงมาก็คือการสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ มีค่าระหว่าง 1.76 ถึง 1.91 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 300 และ 600 วัตต์ให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยกว่าสองวิธีข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ผลของระยะเวลาที่ 5, 10, 20 และ 30 นาที ทั้งสองวิธีนี้ให้ผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยไมโครเวฟให้ผลการสกัดปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่าวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิล็กน้อย และส่วนใหญ่ระยะเวลาการสกัดปริมาณของแข็งทั้งหมดจะเกิดขึ้นตั้งแต่ 5 นาทีแรก จากผลการทดลองข้างต้น วิธีการสกัดจากเมล็ดองุ่นที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดด้วยวิธีไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที ทำให้ปริมาณของแข็งส่วนใหญ่ถูกสกัดออกมาแล้ว ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจึงไม่ได้ทำให้ปริมาณของแข็งถูกสกัดออกมาได้เพิ่มขึ้นมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

ปริมาณโดยเฉลี่ยของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดได้จากการนำสารสกัดไปวิเคราะห์หาปริมาณโดยเฉลี่ยสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยดัดแปลงวิธีจาก Singleton และ Rossi (1965) โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณโดยเฉลี่ยของสารประกอบโพลีฟีนอลในหน่วยไมโครกรัมแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.2 ข้างล่างนี้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับเวลาที่ใช้ในการสกัด โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟกับอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

Time (min)	Total polyphenol ($\mu\text{g GAE/g dry weight}$)			
	300 W	600 W	800 W	Water bath
5	1200 \pm 1.36 ^a	1270 \pm 7.56 ^b	1300 \pm 16.46 ^c	1320 \pm 10.86 ^d
10	1210 \pm 10.86 ^a	1270 \pm 7.05 ^b	1310 \pm 9.50 ^c	1330 \pm 1.36 ^d
20	1220 \pm 3.60 ^a	1290 \pm 6.79 ^b	1310 \pm 9.50 ^c	1340 \pm 2.35 ^d
30	1250 \pm 4.70 ^a	1290 \pm 11.11 ^b	1310 \pm 8.90 ^c	1350 \pm 6.79 ^d

หมายเหตุ

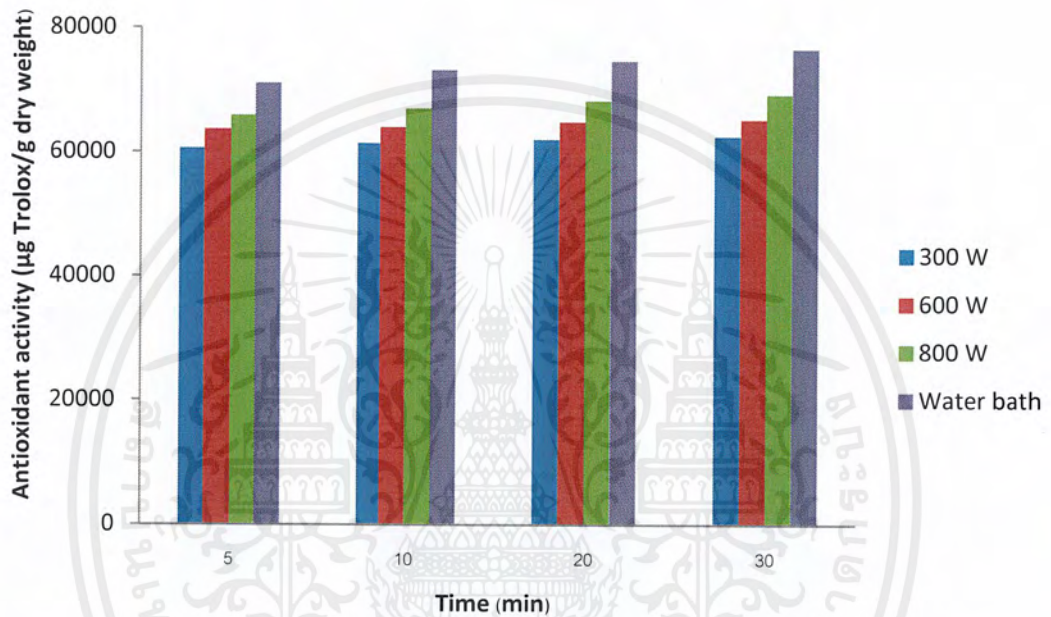
a, b, c ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เวลาไม่มีผลต่อสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัมแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) พบว่าวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ให้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดอยู่ระหว่าง 1320 ถึง 1350 ไมโครกรัมแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง วิธีที่ได้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดรองลงมาคือ การสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ มีค่าระหว่าง 1300 ถึง 1310 ไมโครกรัมแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 300 และ 600 วัตต์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่ให้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดน้อยกว่าสองวิธีข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ผลของระยะเวลา 5, 10, 20, และ 30 นาที ของทั้งสองวิธีไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยใช้วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟให้ผลการสกัดในรูปของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่ำกว่าวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเล็กน้อย จากผลการทดลองข้างต้น วิธีการสกัดจากเมล็ดองุ่นที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดด้วยวิธีไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที ทำให้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดส่วนใหญ่ถูกสกัดออกมาแล้ว ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจึงไม่ได้ทำให้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดถูกสกัดออกมาได้เพิ่มขึ้นมากนัก

4.3 การเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ค่าเฉลี่ยฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์โดยดัดแปลงจากวิธีที่รายงานโดย Murakami และคณะ (2004) เปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นร้อยละ และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.3 ข้างล่างนี้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับเวลาที่ใช้ในการสกัด โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟกับอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบการสกัดที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ไมโครกรัมโทรลอกซ์ ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)

Time (min)	Antioxidant activity ($\mu\text{g Trolox/g dry weight}$)			
	300 W	600 W	800 W	Water bath
5	60634 \pm 3252.50 ^a	63696 \pm 4404.24 ^{ab}	65927 \pm 4183.91 ^{bc}	71098 \pm 4513.90 ^{cd}
10	61421 \pm 2484.50 ^a	64046 \pm 4267.44 ^{ab}	67064 \pm 4079.48 ^{bc}	73232 \pm 3384.71 ^{cd}
20	62033 \pm 3327.68 ^a	64877 \pm 3924.70 ^{ab}	68289 \pm 4538.97 ^{bc}	74676 \pm 3084.24 ^{cd}
30	62515 \pm 3175.23 ^a	65217 \pm 3972.59 ^{ab}	69252 \pm 4209.86 ^{bc}	76601 \pm 5327.63 ^d

หมายเหตุ

a, b, c ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เวลาไม่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) พบว่าวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ระหว่าง 71098 ถึง 76601 ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง วิธีที่ได้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรองลงมาคือ การสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ มีค่าระหว่าง 65927 ถึง 69252 ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อกรัม น้ำหนักแห้ง โดยทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกันเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 300 และ 600 วัตต์ มีความแตกต่างกันเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสองวิธีข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ผลของระยะเวลา 5, 10, 20, และ 30 นาที ของทั้งสองวิธีไม่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยใช้วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟให้ผลการสกัดต่ำกว่าวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเล็กน้อย จากผลการทดลองข้างต้น วิธีการสกัดจากเมล็ดองุ่นที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิธีไมโครเวฟ กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที เพราะการใช้ระยะเวลา มากกว่านี้ไม่ได้ทำให้สารสกัดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลอง ทำการสกัดกากเมล็ดตองุ่นพันธุ์ป๊อกดำ เปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ 300, 600 และ 800 วัตต์ กับการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการสกัดที่ 5, 10, 20 และ 30 นาที และหาผลการสกัดต่อปริมาณและคุณสมบัติด้านอนุมูลอิสระโดยวิธีการสกัดด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่เวลา 30 นาที ได้ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด แต่เมื่อเทียบกับวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที ให้ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในรายงานปัญหาพิเศษเล่มนี้จึงแนะนำว่าการสกัดกากเมล็ดตองุ่นด้วยไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์ ระยะเวลา 5 นาที น่าจะมีความคุ้มค่ามากที่สุด เพราะเป็นการประหยัดเวลา และใช้พลังงานไฟฟ้าในการสกัดกากเมล็ดตองุ่นน้อยที่สุด โดยให้ปริมาณสารสกัดแตกต่างจากการใช้ระยะเวลาและกำลังไฟฟ้าอื่นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามหากต้องการให้ได้ปริมาณสารสกัดทั้งหมดต้องใช้ระยะเวลานานกว่านี้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาผลของการสกัดด้วยไมโครเวฟต่อปริมาณและคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ควรศึกษาเพิ่มเติมในช่วงระยะเวลาน้อยกว่า 5 นาที เช่น 0.5, 1, 2, 3, 4, และ 5 นาที โดยอาจเปรียบเทียบกับการใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เนื่องจากการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเร็วกว่าการให้ความร้อนด้วยวิธีอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

5.2.2 ควรศึกษาเพื่อทำความเข้าใจผลของไมโครเวฟต่อค่าคงที่อัตราการสกัด (k) ในสมการแบบ exponential

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- เฉลียว ปิยะชน. 2553. เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟ และรูปที่ 2.1 Microwave-assisted Extractions. เข้าถึงได้จาก: <http://share.psu.ac.th/blog> (วันที่ค้นข้อมูล 20/4/2557)
- ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2545. รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ. เข้าถึงได้จาก: <http://rmutphysics.com/charud/specialnews/5/microwave.index.htm>. (วันที่ค้นข้อมูล 20/4/2557)
- ประพันธ์ ปิ่นศิริโรตม และวันทนี ช่างน้อย. 2545. การเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและสัณยภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดพืชตระกูลส้มสายพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในประเทศไทย. อาหาร. 32: 300-307
- วิกิพีเดีย. 2556. เตาอบไมโครเวฟ. เข้าถึงได้จาก: <http://th.wikipedia.org/wiki/เตาอบไมโครเวฟ>. (วันที่ค้นข้อมูล 20/4/2557)
- แวอาตีกะ วาเต๊ะ. 2540. การย่อยสลายตัวอย่างด้วยไมโครเวฟ, วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 57น.
- ศรีปาน เขยกลินเทศ. 2556. ผลของการเตรียมเนื้อลำไย เงาน และลื่นจี้ก่อนการอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับอินฟราเรดตามด้วยลมร้อน ต่อปริมาณน้ำตาลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 127น.
- สาวิตรี คำหอม. 2551. การศึกษาการประยุกต์ใช้เตาอบไมโครเวฟแบบสายพานในกระบวนการนึ่งปาล์มน้ำมัน, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 110น.
- สุรศักดิ์ เหมวิมล. 2556. การสกัดแอนทราควิโนนส์จากรากของต้นยอโดยการใช้คลื่นเหนือเสียงและคลื่นไมโครเวฟ, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 78น.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2555. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบองุ่น. เข้าถึงได้จาก: <http://hrdi.or.th/knowledge/detail/1596/>. (วันที่ค้นข้อมูล: 9/4/2557).
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, ed. K. Helrich. Assoc. of Analytical Chem., Washington, DC.
- Khan, K.M., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A., Dangles, O. and Chemat, F. 2010. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (Flavanone glycosides) from orange (*Citrus sinensis* L.) peel. Journal of Food Chemistry, 119 : 851-858

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. 2004. Effect of thermal treatment on radical scavenging activity of single and mixed polyphenolic compounds. *Journal of Food Science*, 69(1) : FCT7-FCT10
- Passos, C.P., Yilmaz, S., Silva, C.M. and Coimbra, M.A. 2009. Enhancement of grape seed oil extraction using a cell wall degrading enzyme cocktail, *Food Chemistry*, 115, 48-53.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., Jr. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic Acid Reagent, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Vatai, T., Skerget, M. and Knez, Z. 2009. Extraction of phenolic compounds from elder berry and different grape marc varieties using organic solvents and/or supercritical carbon dioxide, *Journal of Food Engineering*, 90, 246-254
- Vernhet, A., Pellerin, P., Prieur, C., Osmiansk, J. and Moutounet, M. 1996. Charge properties of some grape and wine polysaccharide and polyphenolic fractions, *American Journal of Enology and Viticulture*, 47, 25-30.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รูปแสดงวัสดุ อุปกรณ์ในการทดลอง

ก.1 อุปกรณ์เตรียมวัตถุดิบ



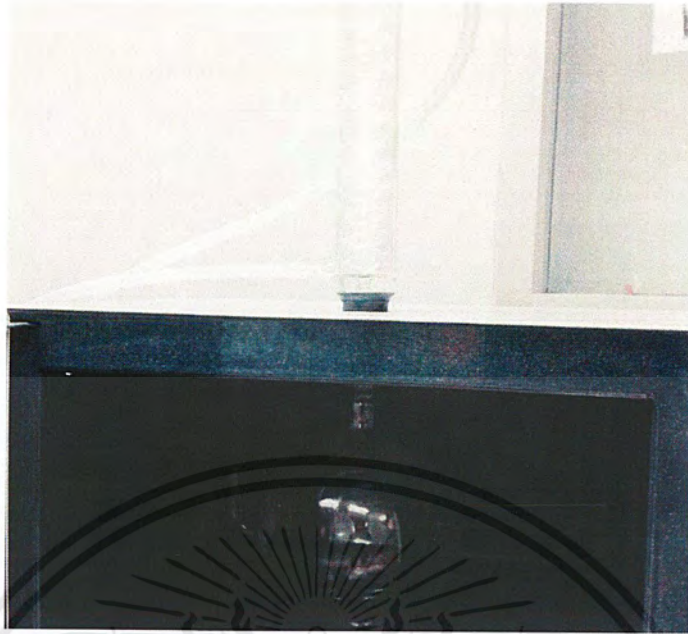
รูปที่ ก.1.1 กากเมล็ดคองุ่น

ก.2 อุปกรณ์สกัดตัวอย่าง



รูปที่ ก.2.1 ไมโครเวฟ (ด้านนอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2.2 ไมโครเวฟ (ด้านใน)



รูปที่ ก.2.3 สารสกัดกากเมล็ดองุ่นที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 1990)

การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ทำโดยวิธี Gravimetric (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. สารสกัดกากเมล็ดองุ่น
2. ตู้อบลมร้อน
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง
5. อะลูมิเนียมแค่น
6. ที่คีบ

วิธีวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดในสารสกัดกากเมล็ดองุ่น

1. อบอะลูมิเนียมแค่นพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
2. ปิดฝาล้าง นำมาใส่ในโถดูดความชื้น ปิดฝาลงทันที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมฝา โดยเอาออกที่ละใบ และต้องปิดโถทุกครั้งที่เราถ้วยออก
4. ชั่งตัวอย่างสารสกัดกากเมล็ดองุ่นประมาณ 3 กรัม ใส่ในอะลูมิเนียมแค่น บันทึกน้ำหนัก
5. นำไปอบในตู้อบลมร้อน โดยวางฝาไว้ข้างถ้วย เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105

องศาเซลเซียส

6. เอาตัวอย่างออกจากตู้โดยปิดฝาล้างให้สนิททุกใบ ใส่ในโถดูดความชื้น ปิดฝาให้สนิท ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที
7. ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมฝาและตัวอย่างแห้ง
8. คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 ตัวอย่างสารสกัดหลังอบ

การคำนวณ

สูตรการคำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid)

$$\% \text{ Total solid} = 100 - \frac{(\text{น้ำหนักที่ซึ่งหลังอบ} - \text{น้ำหนักที่ซึ่งก่อนอบ})}{\text{น้ำหนักที่ซึ่งก่อนอบ}} \times 100$$

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำหนักก่อน	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง
อะลูมิเนียมแคนพร้อมฝา	ตัวอย่าง	2 ชั่วโมง
17.0967	3.0113	17.1451

ตารางที่ ข.1 น้ำหนักก่อน-หลังของอะลูมิเนียมแคนและสารสกัดกากเมล็ดองุ่น

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ได้เท่ากับ

$$100 - \left(\frac{(3.0113 - (17.1451 - 17.0967))}{3.0113} \right) \times 100 = 1.61$$

ดังนั้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ได้จะมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 การวิเคราะห์สารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Total polyphenol content)

การตรวจวัดปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะใช้วิธีที่รายงานโดย ประพันธ์ และ วันทนี (2545) มีหลักการคือ วัดปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบทั้งหมดที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโมเลกุล และไม่คำนึงถึงน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลนั้นๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ในรูปแบบนี้ จึงไม่มีการระบุชนิดของสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในตัวอย่าง ซึ่งวิธีการวิเคราะห์เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยารีดักชัน-ออกซิเดชัน (reduction-oxidation) โดยที่สารประกอบโพลีฟีนอลถูกออกซิไดซ์ในสถานะที่เป็นต่าง จากนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะไปรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อนทังสติก-ฟอสโฟโมลิบดีนิก (phosphotungstic-phosphomolybdic complex) ได้ผลิตภัณฑ์เชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงินและสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

สารเคมี

1. Folin-ciocalteu
2. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์
3. สารละลายกรดแกลลิกความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

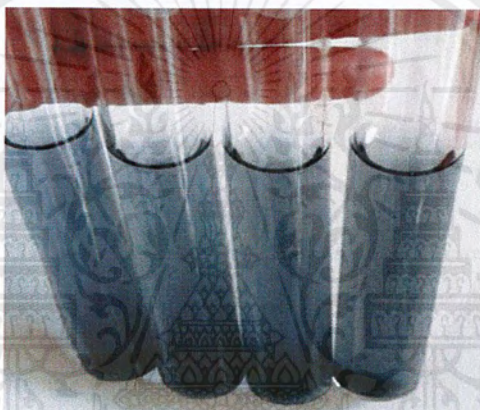
การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้นเริ่มต้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกดังกล่าวใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 และ 2.0 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลาย Folin-ciocalteu ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง 5 นาที
4. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง 10 นาที
5. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น blank
6. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิกในหน่วยไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเมล็ดองุ่น

1. ปิเปตตัวอย่างสารสกัดปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย Folin-ciocalteu ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมเข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง 5 นาที
3. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง 10 นาที
4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น blank

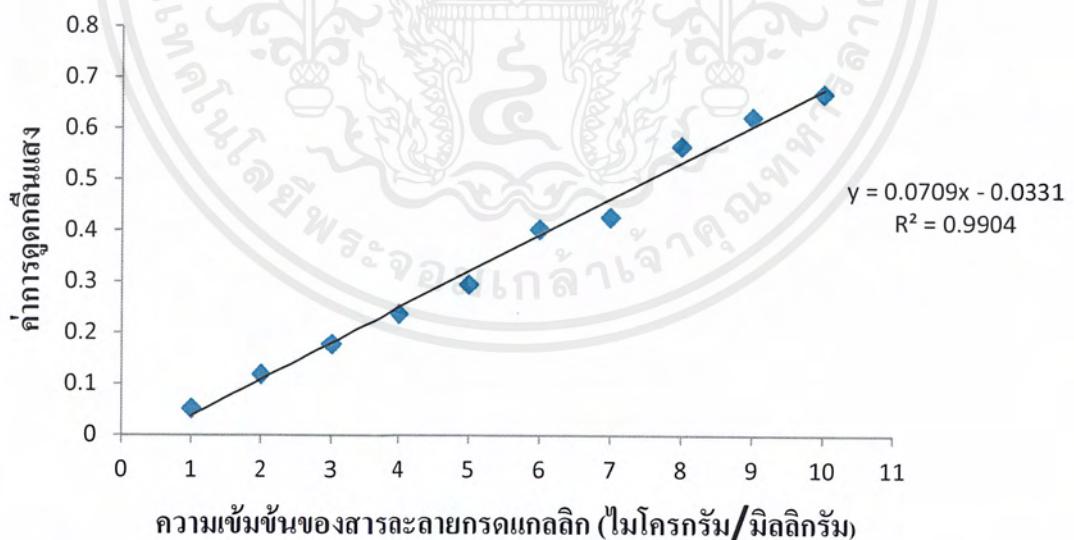


รูปที่ ข.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเมล็ดองุ่น

ตัวอย่างการคำนวณ

ความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
1	0.052
2	0.119
3	0.178
4	0.237
5	0.295
6	0.403
7	0.427
8	0.566
9	0.623
10	0.669

ตารางที่ ข.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตรของสารละลายกรดแกลลิก



รูปที่ ข.3 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายกรดแกลลิกต่อความเข้มข้นของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟมาตรฐานที่มีสมการเส้นตรง $y = 0.0709x - 0.0331$ และ $R^2 = 0.9904$ นำค่า ดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่างมาแทนค่าในสมการ เพื่อหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่าง เช่น วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างได้เท่ากับ 0.477

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่าง 0.04 มิลลิลิตร ที่เจือจางจากตัวอย่างเข้มข้น ร้อยละ 1.5

$$(0.477 + 0.0331) / 0.0709 = 7.1946 \text{ ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิก}$$

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ที่เจือจางร้อยละ 1.5 โดยดูด ตัวอย่างมาจากสารสกัดเข้มข้น 0.09 มิลลิลิตร และปรับให้มีปริมาตร 6 มิลลิลิตร เท่ากับ

$$(6 \times 7.1946) / 0.4 = 107.919 \text{ ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิก}$$

ถ้าปริมาตรที่สกัดได้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ

$$(107.919 \times 100) / 0.09 = 119,910 \text{ ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิก}$$

หากใช้ปริมาณกากอ่อน 10 กรัม ในการสกัดจะมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ

$$(119,910 \times 10) / 100 = 11,991 \text{ ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อ 10 กรัม}$$

น้ำหนักแห้งกาก

เมล็ดต๋องุ่น 1 กรัม จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ

$$(1 \times 11,991) / 10 = 1,199.1 \text{ ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง}$$

ดังนั้นกากเมล็ดต๋องุ่น 1 กรัม จะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลเท่ากับ 1,199.1 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH วิเคราะห์โดยใช้วิธีที่รายงานโดย Murakami et al. (2004) สารละลายของอนุมูลอิสระ DPPH มีสีม่วงแดง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ที่ 517 นาโนเมตร

สารเคมี

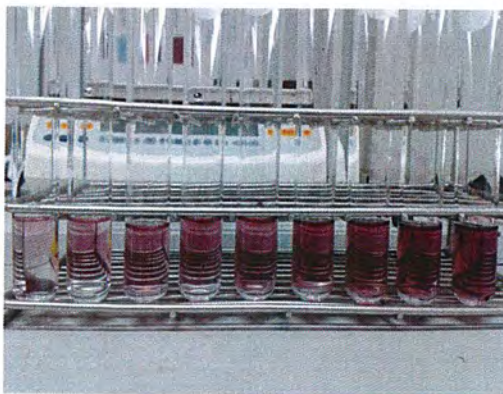
1. สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ โดยชั่ง DPPH 0.0394 กรัม ละลายในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรรวมให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร
2. เอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์
3. ไทโรลอกซ์ที่คั่วห้เข้มข้น 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งไทโรลอกซ์ 0.025 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

การเตรียมกราฟมาตรฐานสารละลาย DPPH

เตรียมสารละลาย DPPH โดยให้ความเข้มข้นโดยรวมในหลอดทดลองเป็น 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08 และ 0.09 มิลลิโมลาร์

1. ปิเปตเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5.4, 4.8, 4.2, 3.6, 3.0, 2.4, 1.8, 1.2 และ 0.6 มิลลิลิตร ตามลำดับ
2. ปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0, 3.6, 4.2, 4.8 และ 5.4 มิลลิลิตร ตามลำดับ เพราะฉะนั้นปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดเป็น 6 มิลลิลิตร
3. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง 30 นาที
4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์เป็น blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 การเตรียมกราฟมาตรฐานสารละลาย DPPH

การเตรียมกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์

เตรียมสารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์ โดยให้ความเข้มข้นโดยรวมในหลอดทดลองเป็น 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 มิลลิโมลาร์

1. เตรียมโทรลอกซ์ที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งโทรลอกซ์ 0.025 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางลงให้เป็น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แล้วปิเปตมา 0.18, 0.36, 0.54, 0.72, 0.90, 1.08, 1.26, 1.44, 1.62 และ 1.80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปรับด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ให้มีปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 1.8 มิลลิลิตร

2. ปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ หลอดละ 4.2 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้นปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดเป็น 6 มิลลิลิตร

3. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง 30 นาที

4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์เป็น blank

5. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยไมโครกรัม

วิธีวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ในตัวอย่างสารสกัดจากกากเมล็ดองุ่น

1. ปิเปตตัวอย่างสารสกัด และเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ นั้นคือปริมาตรรวมของตัวอย่างสารสกัด และเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ จะเท่ากับ 1.8 มิลลิลิตร
2. ปิเปตตัวอย่างสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ 4.2 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้นปริมาตรรวมของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดเป็น 6 มิลลิลิตร
3. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที
4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็น blank
5. คำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ



รูปที่ ข.5 การวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในตัวอย่างสารสกัดจากกากเมล็ดองุ่น

การคำนวณ

ร้อยละที่เหลือของสาร DPPH = $(1 - ((\text{Sample DPPH}) / (\text{Control DPPH}))) \times 100$ โดย
 Abs Sample = ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH ในตัวอย่าง Control = ความเข้มข้นของ
 สารละลาย DPPH ในหลอดควบคุม

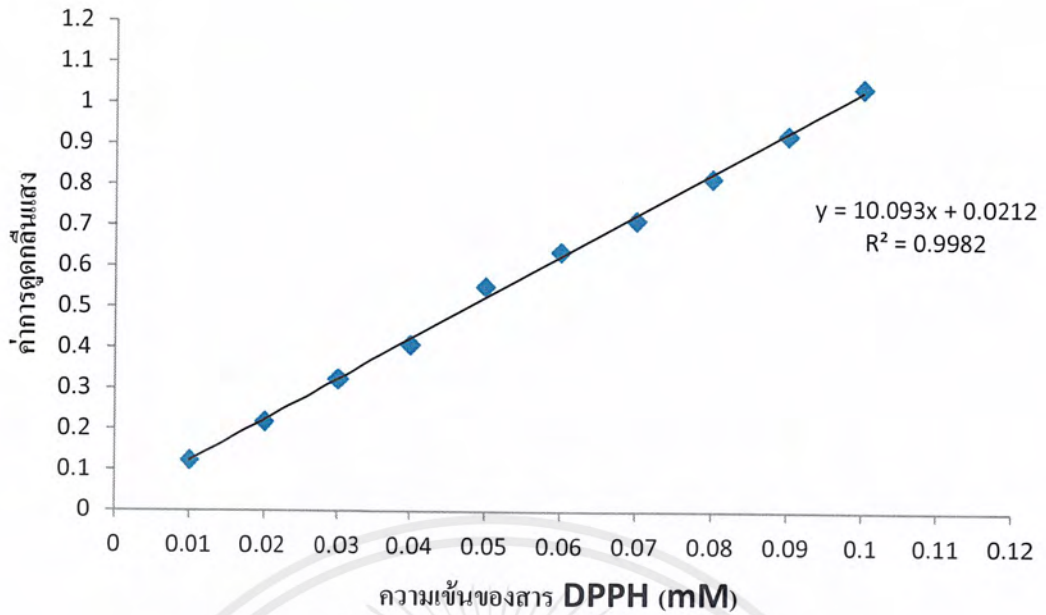
ตัวอย่างการคำนวณ

1.หาร้อยละการทำลายสาร DPPH

ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH (มิลลิโมลาร์)	ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้
0.01	0.124
0.02	0.219
0.03	0.324
0.04	0.409
0.05	0.552
0.06	0.638
0.07	0.715
0.08	0.818
0.09	0.924
0.10	1.040

ตารางที่ ข.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรของสารละลาย DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนของสารละลาย DPPH ต่อความเข้มข้นของสาร

จากกราฟมาตรฐานที่มีสมการเส้นตรง $y = 10.093x + 0.0212$ และค่า $R^2 = 0.9982$ นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่างมาแทนค่าในสมการ เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลาย DPPH และร้อยละการทำลาย DPPH โดยกำหนดให้ค่าดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.07 มิลลิโมลาร์ เป็นหลอดควบคุม ให้ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างเท่ากับ 0.123

ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH ในตัวอย่างเท่ากับ

$$(0.123 - 0.0212) / 10.093 = 0.0101$$

ความเข้มข้นของสารละลาย DPPH ในหลอดควบคุมเท่ากับ

$$(0.715 - 0.0212) / 10.093 = 0.0687$$

ร้อยละการทำลาย DPPH เท่ากับ

$$(1 - (0.0101 / 0.0687)) \times 100 = 85.30$$

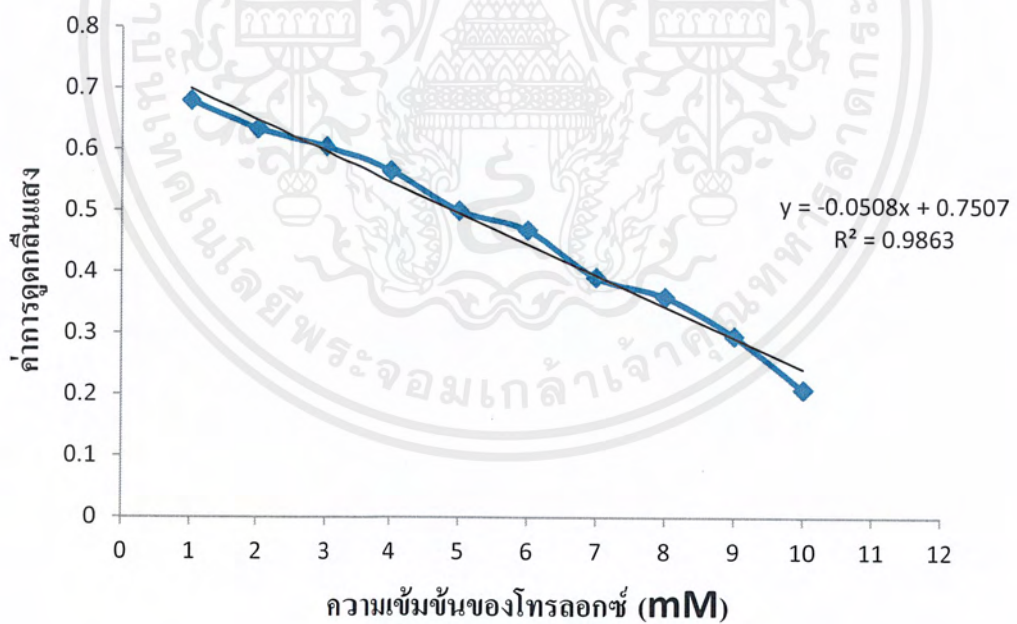
ดังนั้นตัวอย่างจึงมีฤทธิ์การทำลาย DPPH เท่ากับร้อยละ 85.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ความเข้มข้นของสารละลายโทรลอกซ์ (มิลลิโมลาร์)	ค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้
1	0.680
2	0.634
3	0.605
4	0.566
5	0.501
6	0.469
7	0.392
8	0.360
9	0.296
10	0.209

ตารางที่ ข.4 ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรของสารละลายโทรลอกซ์



รูปที่ ข.7 กราฟแสดงค่าดูดกลืนของสารละลายโทรลอกซ์ ต่อความเข้มข้นของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟมาตรฐานที่มีสมการเส้นตรง $y = -0.0508x + 0.7507$ และค่า $R^2 = 0.9863$ นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่างมาแทนค่าในสมการ เพื่อหาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่นวัดค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างได้เท่ากับ 0.123

ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ที่เจือจางร้อยละ 0.01

$$(0.123 - 0.7507) / (-0.0508) = 12.3563 \text{ ไมโครกรัมโทรลอกซ์}$$

ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่าง 6 มิลลิลิตร ที่เจือจางร้อยละ 0.01 โดยดูดตัวอย่างมาจากสารสกัดเข้มข้น 0.09 มิลลิลิตร และปรับให้มีปริมาตร 6 มิลลิลิตร เท่ากับ

$$(6 \times 12.3563) / 0.01 = 7,413 \text{ ไมโครกรัมโทรลอกซ์}$$

ถ้าปริมาตรที่สกัดได้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ

$$(7,413 \times 100) / 0.09 = 8,237,533 \text{ ไมโครกรัมโทรลอกซ์}$$

หากใช้ปริมาณกากเมล็ดองุ่น 10 กรัม ในการสกัดจะมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ

$$(8,237,533 \times 10) / 100 = 823,753 \text{ ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อ 10 กรัม น้ำหนักแห้ง}$$

กากเมล็ดองุ่น 1 กรัม จะมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ

$$(1 \times 823,753) / 10 = 82,375 \text{ ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อกรัม น้ำหนักแห้ง}$$

ดังนั้นกากเมล็ดองุ่น 1 กรัม จะมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 82,375 ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อกรัม น้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

Power point

Comparison of extraction methods and antioxidant properties of grape seeds.



Churairat Apdunla 53080151
Thatdao Promsuriya 53080161
Advisor: Dr. Kittichai Banjong

Outline

Introduction

Objectives

Experiment

Results and Discussion

Conclusions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Introduction

Grape seed is a well known oilseed crop containing typically 8–20% (w/w) of oil and 10 – 20% (w/w) of polyphenolic compounds in dry basis.

Microwave-assisted extraction is efficiency reduce time to prepare and reduce the volume of solvent used.

Objectives

To study the effects of power and time on the extraction of grape seed comparison during the extraction with microwave-assisted and water bath to the total solid, total polyphenol and antioxidant activity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Experiment

1. Sample preparation

Dry with hot air oven
at 130 °C ,2 hours

Crushed with a grinder

Packed into plastic bags

Stored at -20 °C

2. Extraction of grape seed with microwaves-assisted.

Crushed grape seed : Ethanol 50 %
(1:9)

Microwaves-assisted extraction
300,600,800 watt (5,10,20,30 min)

Centrifuged
(4000 rpm,10min)

Chemical analysis

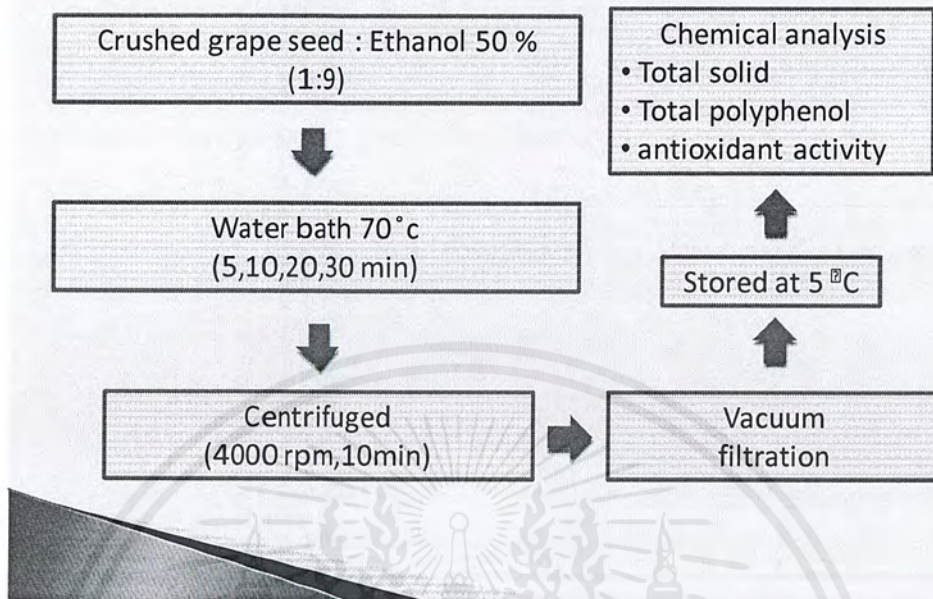
- Total solid
- Total polyphenol
- antioxidant activity

Stored at 5 °C

Vacuum
filtration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.Extraction of grape seed with water bath (70°c).



Results and Discussion

Table 1. Total solid

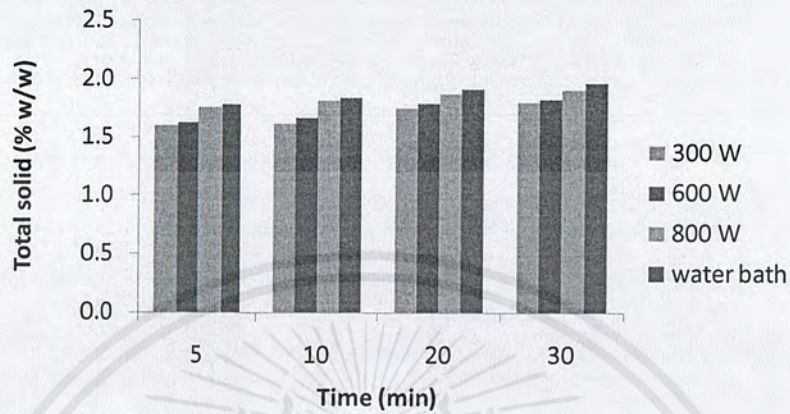
Time (min)	Total solid (%)			
	300 W	600 W	800 W	water bath 70°c)
5	A1.60 ± 0.01 ^a	A1.62 ± 0.01 ^a	A1.76 ± 0.10 ^b	A1.78 ± 0.10 ^b
10	A1.62 ± 0.06 ^a	A1.67 ± 0.04 ^a	A,B1.81 ± 0.56 ^b	A,B1.84 ± 0.08 ^b
20	B1.75 ± 0.00 ^a	B1.79 ± 0.06 ^{a,b}	B,C1.87 ± 0.07 ^{b,c}	B,C1.92 ± 0.04 ^c
30	B1.80 ± 0.02 ^a	B1.82 ± 0.03 ^{a,b}	C1.91 ± 0.08 ^{b,c}	C1.97 ± 0.25 ^c

^{a, b, c} means with different superscripts in the same row are significantly different at $p \leq 0.05$
^{A, B, C} means with different superscripts in the same column are significantly different at $p \leq 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Results and Discussion

Fig 1. The graph shows between total solids with time.



Results and Discussion

Table 2. Total polyphenol

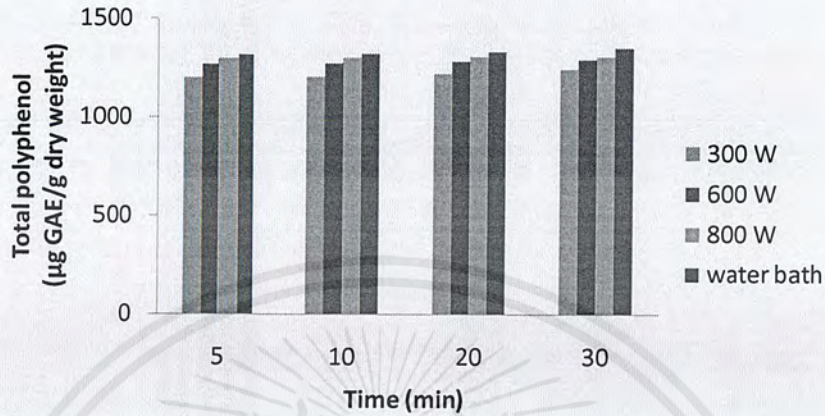
Time (min)	Total poly phenol ($\mu\text{g GAE/g dry weight}$)			
	300 W	600 W	800 W	water bath 70°C
5	$1.20 \times 10^3 \pm 1.36^a$	$1.27 \times 10^3 \pm 7.56^b$	$1.30 \times 10^3 \pm 16.46^c$	$1.32 \times 10^3 \pm 10.86^d$
10	$1.21 \times 10^3 \pm 10.86^a$	$1.27 \times 10^3 \pm 7.05^b$	$1.31 \times 10^3 \pm 9.50^c$	$1.33 \times 10^3 \pm 1.36^d$
20	$1.22 \times 10^3 \pm 3.60^a$	$1.29 \times 10^3 \pm 6.79^b$	$1.31 \times 10^3 \pm 9.50^c$	$1.34 \times 10^3 \pm 2.35^d$
30	$1.25 \times 10^3 \pm 4.70^a$	$1.29 \times 10^3 \pm 11.11^b$	$1.31 \times 10^3 \pm 8.90^c$	$1.35 \times 10^3 \pm 6.79^d$

^{a, b, c} means with different superscripts in the same row are significantly different at $p \leq 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Results and Discussion

Fig 2. The graph shows between total polyphenol with time.



Results and Discussion

Table 3. Antioxidant activity

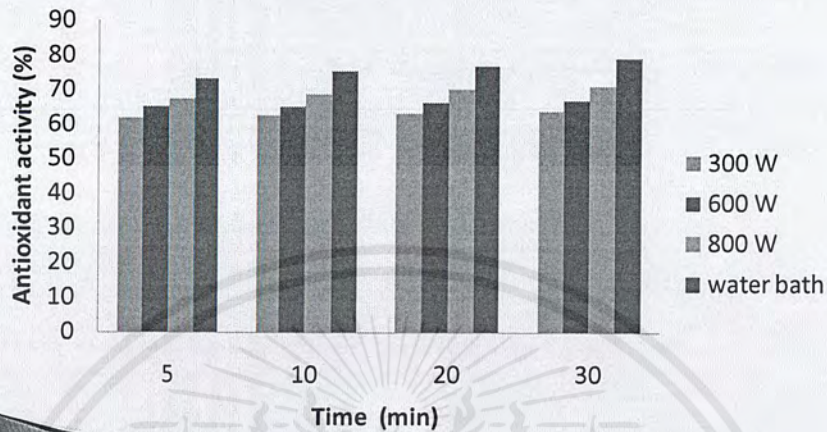
Time (min)	Antioxidant activity (µg Trolox/g dry weight)			
	300 W	600 W	800 W	water bath 70 °C
5	60634 ± 3252.50 ^a	63696 ± 4404.24 ^{ab}	65927 ± 4183.91 ^{bc}	71098 ± 4513.90 ^{cd}
10	61421 ± 2480.50 ^a	64046 ± 4267.44 ^{ab}	67064 ± 4079.48 ^{bc}	73232 ± 3384.71 ^{cd}
20	62033 ± 3327.68 ^a	64877 ± 3924.70 ^{ab}	68289 ± 4538.97 ^{bc}	74676 ± 3084.24 ^{cd}
30	62515 ± 3175.23 ^a	65217 ± 3972.59 ^{ab}	69252 ± 4209.86 ^{bc}	76601 ± 5327.63 ^d

^{a, b, c} means with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Results and Discussion

Fig 3. The graph shows between antioxidant activity with time.



Conclusions

Microwave-assisted and water bath the affect extraction to extract the results of chemical analysis include total solids total polyphenol and antioxidant activity .

Microwave assisted less than water bath the effect of extraction time for 5, 10, 20 and 30 minutes the chemical analysis is slightly different. The results of the amount extraction and antioxidant properties most have occurred since the last 5 minutes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thank you.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้