

การศึกษาใบไม้แห้งใช้เพื่อลดกำลังงานคลื่นไมโครเวฟ สำหรับการบ่มผลมะม่วงดิบ

A study of dried leaves for reducing the microwave power used for ripening raw mangoes

เอกสิทธิ์ นุกุลเจริญลาภ^{1*}

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการนำใบไม้แห้งมาใช้ลดกำลังงานคลื่นไมโครเวฟเพื่อปรับค่าความร้อนในระดับที่เหมาะสมสำหรับการบ่มผลมะม่วงดิบ ในการศึกษาได้เลือกใบไม้แห้งมาเป็นวัสดุทดสอบ ซึ่งหาได้ง่าย มีความชื้นต่ำ เหมาะสำหรับนำไปห่อผลมะม่วงดิบ สำหรับการทดสอบคุณสมบัติของใบไม้แห้งนั้นได้ใช้เครื่องวิเคราะห์หาค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าทำการทดสอบคุณสมบัติความเป็นฉนวนหรือค่าไดอิเล็กตริกที่ความถี่เดียวกันที่ใช้กับเตาอบไมโครเวฟที่ 2.45 GHz ซึ่งผลที่ได้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดสอบการลดกำลังงานคลื่นภายในเตาอบไมโครเวฟ ผลการศึกษาพบว่า การนำใบไม้แห้งมาทำการทดสอบห่อผลมะม่วงก่อนเข้าไปอบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังงานและเวลาที่ต่างกัน ทำให้ทราบถึงค่ากำลังงานและเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการอบก่อนไปบ่มผลมะม่วงได้เป็นอย่างดี โดยผลที่ดีที่สุดนั้นอยู่ที่ระดับไฟอ่อน 3 นาที เมื่อเทียบกับวิธีการบ่มมะม่วงที่ห่อด้วยกระดาษและไม่ห่อด้วยกระดาษมีลักษณะของผลมะม่วงที่สุกใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ : ไมโครเวฟ ใบไม้แห้ง ไดอิเล็กตริก

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

96 หมู่ 3 ถ.พุทธมณฑล สาย 5 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

¹E-mail: ekasit.nug@rmutr.ac.th

* Corresponding author, e-mail: ekasit.nug@rmutr.ac.th

Abstract

This paper presents dried leave usage for reducing the microwave power in order to adjust the suitable heat for ripening raw mangoes. In this study, the dried leave have been selected as a testing material, which can be easily found, low moisture and is suitable for covering the raw mango. For testing the characteristics of dried leave, a dielectric analyzer has been employed to test the value of dielectric constant of the dried leave at the same microwave frequency of the microwave oven at 2.4 GHz. It has been found that the tested leave is suitable for reducing the microwave power in the microwave oven. The studied results show that the use of dried leave with the raw mango before baking by the microwave oven for different power and time. It can be well known the suitable power and time for baking the raw mango by the microwave oven. The best result of this study is baking at the low power at 3 minutes. The comparison results for ripping the raw mango with covering the paper and non-covering the paper are closely the same.

Keywords: Microwave, Dried leave, Dielectric

1. บทนำ

ในการเก็บเกี่ยวผลไม้ของเกษตรกรไทย ส่วนใหญ่ทำในขณะที่ยังไม่สุกดี โดยเฉพาะผลมะม่วงดิบ เพื่อให้สามารถนำไปส่งขายในระยะทางที่ไกลๆ ได้ เมื่อถึงเวลาขายหรือบริโภคจำเป็นต้องทำให้สุกโดยการบ่ม หากปล่อยให้สุกเอง จะมีบางผลสุกก่อน บางผลสุกช้า เนื่องจากการเก็บเกี่ยวของแต่ละผลไม่เท่ากัน ทำให้ไม่สะดวกในการขนส่งเพื่อจำหน่าย วิธีการที่นิยมใช้ทั่วไป คือ วิธีการบ่มมะม่วงด้วยถ่าน ซึ่งเป็นวิธีการสร้างสภาวะแวดล้อมให้กับผลมะม่วงเสมือนกับช่วงฤดูในการเก็บเกี่ยว และใช้ระยะเวลาในการเพาะบ่มช้าประมาณ 3 – 4 วัน และบางผลอาจจะไม่สุกเนื่องจากอุณหภูมิไม่เท่ากัน ซึ่งกระบวนการสุกต่างๆ ได้แก่ การเปลี่ยนสี การอ่อนนุ่ม การเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล เกิดขึ้นในอัตราที่แตกต่างกัน ดังนั้น การบ่มผลไม้ให้สุกอย่างมีคุณภาพทั้งลักษณะภายนอกภายใน จำเป็นต้องเข้าใจธรรมชาติหรือสรีรวิทยาของผลผลิตนั้นๆ และทราบถึงเทคโนโลยีการบ่มให้ได้ผลไม้ที่มีคุณภาพดีด้วย [1]

การสร้างความร้อนหรืออุณหภูมิที่เหมาะสมให้กับผลมะม่วงสามารถใช้ในการเร่งระยะเวลาในการบ่มผลมะม่วงได้ โดยใช้อุปกรณ์ส่งคลื่นไมโครเวฟเพื่อสร้างความร้อนภายในผลไม้ โดยไมโครเวฟ (microwave) เป็นคลื่นความถี่วิทยุชนิดหนึ่งที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 0.3GHz - 300GHz [2] ในปี ค.ศ.1940 ของสองนักประดิษฐ์ชาวอังกฤษ คือ จอห์น แรนดอลล์และ เอช เอ บูตได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เรียกกันว่า "แม็กนีตรอน"

ใช้ผลิตพลังงานคลื่นไมโครเวฟ [3] ซึ่งเป็นการแผ่กระจายคลื่นสั่นรูปแบบหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้ปรับปรุงระบบเรดาร์ที่ใช้ในสงครามโลกครั้งที่ 2 ต่อมา เปอร์ซี เลอ บารอน สเปนเซอร์ [4] เป็นนักฟิสิกส์ที่ทำงานให้กับ บริษัท เรทือออน ผู้ผลิตอุปกรณ์เรดาร์ เขาพบว่า เมื่อเขาใช้เครื่องแมกนีตรอน รังสีที่ได้ให้ความร้อนออกมาด้วย คลื่นนี้ไม่ทำให้สิ่งที่ทำจากกระดาษ กระเบื้องเคลือบ หรือแก้วร้อนขึ้น การใช้ไมโครเวฟในการปรุงอาหารนอกจากจะสะดวก ใช้เวลาสั้นลงแล้วยังประหยัดพลังงานอีกด้วย นอกจากนี้ได้มีงานวิจัยในการใช้คลื่นไมโครเวฟกับผลิตผลทางการเกษตร เช่น การอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรด้วยคลื่นไมโครเวฟ [5], การตรวจสอบวัดความสุกดิบให้ทุเรียนโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชด้วยคลื่นไมโครเวฟ [6] การใช้คลื่นไมโครเวฟนี้มีทั้งคุณประโยชน์และโทษในการใช้งานด้านอาหาร ซึ่งต้องมีการจำกัดและควบคุมกำลังงานคลื่นด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวน (Dielectric material) สามารถนำมาใช้ลดทอนกำลังงานคลื่นให้กับอาหารที่นำมาปรุง [7] และยังช่วยในการถนอมอาหารได้ การศึกษาค้นคว้าวัสดุที่หาได้จากธรรมชาติ โดยเฉพาะใบไม้แห้ง สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการทดสอบใช้บ่มผลมะม่วงได้ โดยบทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการบ่มผลมะม่วงดิบให้สุกโดยประยุกต์ใช้วัสดุจากธรรมชาติมาห่อหุ้มผลมะม่วงดิบร่วมกับการใช้คลื่นไมโครเวฟในการสร้างความร้อนเบื้องต้นสำหรับบ่มผลมะม่วงดิบ ช่วยในการลดระยะเวลาการทำให้ผลมะม่วงสุกและลดต้นทุนการผลิตได้

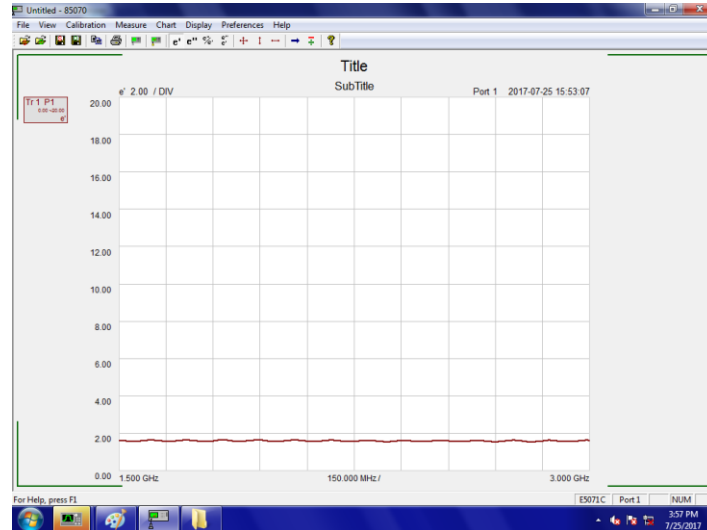
2. การวิเคราะห์คุณสมบัติของใบไม้แห้ง

ในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติความเป็นฉนวนของใบไม้แห้งหรือค่าไดอิเล็กทริกของใบไม้แห้งที่ความถี่เดียวกันกับเตาอบไมโครเวฟคือ 2.45 GHz โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าเพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางไฟฟ้าของใบไม้แห้งดังแสดงในรูปที่ 1 โดยการวางโพรบทดสอบใบไม้แห้งต้องวางติดกับใบไม้แห้งให้แนบสนิทเพื่อให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำ



รูปที่ 1 ลักษณะการทดสอบใบไม้แห้งด้วยเครื่องวิเคราะห์หาค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้า

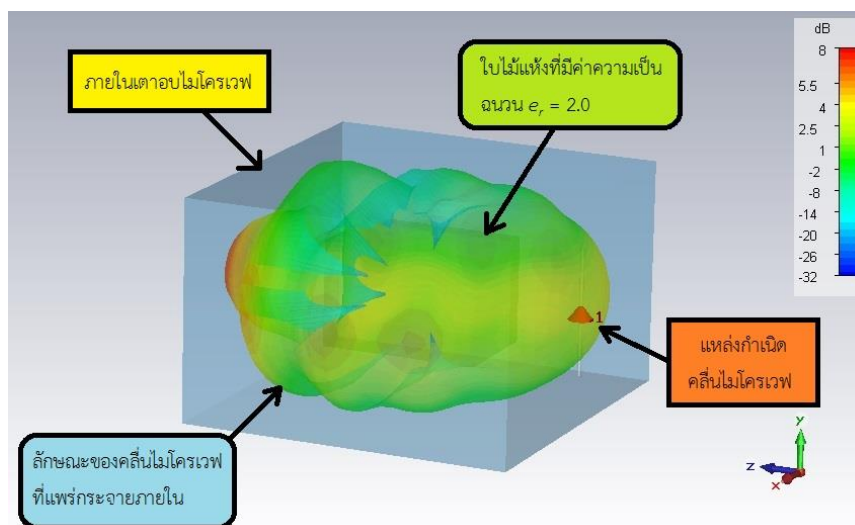
ผลการทดสอบที่ได้แสดงในรูปที่ 2 จะแสดงค่าไดอิเล็กตริกที่ประมาณ 2.00 ตลอดช่วงความถี่ 1.5 GHz ถึง 3 GHz ซึ่งแสดงให้เห็นว่าใบไม้แห้งมีคุณสมบัติของความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าในระดับปานกลาง (โดยเฉลี่ยประมาณ 2 ถึง 3) ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำมาทำการทดลองลดค่ากำลังงานคลื่นไมโครเวฟให้กับผลไม้ดิบได้



รูปที่ 2 ผลการทดสอบค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าที่ได้ตั้งแต่ความถี่ 1.5 GHz ถึง 3 GHz

3. การทดสอบการบ่มผลมะม่วงดิบ

หลังจากที่เราได้ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นฉนวนของใบไม้แห้งแล้ว เราจะนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการจำลองการรับกำลังงานคลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ 2.45 GHz ภายในเตาอบไมโครเวฟ เพื่อตรวจสอบอัตราการลดทอนกำลังงานของคลื่นไมโครเวฟด้วยใบไม้แห้ง โดยผลการจำลองกำลังงานคลื่นไมโครเวฟที่ได้จะแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ลักษณะการจำลองทางวัสดุในการรับกำลังงานคลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ 2.45 GHz ภายในเตาอบไมโครเวฟ

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ทางวัสดุจากใบไม้แห้งและผลการจำลองทดสอบในการนำใบไม้แห้งมาทำการห่อมะม่วงดิบโดยใช้เทคนิคการบ่มผลไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ใช้ค่ากำลังงานความร้อนที่ต่างกัน โดยค่าระดับกำลังงานที่แสดงบนหน้าปัดของเตาอบไมโครเวฟนั้น สามารถเทียบกับค่ากำลังงานเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งคลื่นไมโครเวฟดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับไฟของเตาอบไมโครเวฟเทียบเท่ากับค่ากำลังงานเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งคลื่นไมโครเวฟ

ระดับไฟของเตาอบไมโครเวฟ	ค่ากำลังงานเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งคลื่นไมโครเวฟ (Watts)
ไฟอ่อน	150
ไฟอ่อนปานกลาง	300
ไฟปานกลาง	600
ไฟแรงปานกลาง	800
ไฟแรง	1000

ตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างการทดสอบอบมะม่วงด้วยระดับไฟของเตาอบไมโครเวฟ

กลุ่มที่	ระดับไฟของเตาอบไมโครเวฟ	ระยะเวลา (นาที)
1	ไฟอ่อน	2
2		3
3	ไฟปานกลาง	2
4		3
5	ไฟอ่อน	2
6		3
7	ไฟปานกลาง	2
8		3

ในการทดลองนี้ได้ทำการแบ่งการทดสอบอบมะม่วงด้วยระดับไฟของเตาอบไมโครเวฟและระยะเวลาที่ต่างกันทั้งหมด 8 กลุ่ม ตามข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 โดยนำผลมะม่วงดิบมาห่อด้วยใบไม้แห้งแสดงในรูปที่ 4 จากนั้นทำการบันทึกกลุ่มการทดสอบที่แสดงในตารางที่ 2 จากนั้นนำผลมะม่วงที่ห่อแล้วไปเข้าไปอบในเตาอบไมโครเวฟ สำหรับการทดสอบนี้เราได้ทำการทดสอบการบ่มผลมะม่วงดิบด้วยวิธีการห่อกระดาษและ

ไม่ห่อกระดาษเพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบ ในการทดลองนี้ เราได้ทำการบ่มมะม่วงทั้ง 3 วิธีทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน โดยกลุ่มตัวอย่างการบ่มมะม่วงที่ผ่านการอบด้วยเตาไมโครเวฟทั้งหมด ซึ่งพบว่าผลมะม่วงดิบที่ผ่านการอบด้วยเตาไมโครเวฟโดยส่วนใหญ่จะสุก อย่างไรก็ตามผลมะม่วงดิบที่ผ่านการอบด้วยเตาไมโครเวฟที่ใช้กำลังงานที่สูงขึ้น ตั้งแต่ไฟปานกลาง (600 Watts) ขึ้นไปจะเสียเนื่องจากมีความชื้นเกิดขึ้นที่ผลมะม่วงสาเหตุความชื้นเกิดขึ้นเมื่อใช้ค่ากำลังงานคลื่นไมโครเวฟที่สูงขึ้นส่งไปที่ผลมะม่วงที่ทำการทดสอบ ทำให้เกิดความร้อนภายในผลมะม่วงเมื่ออุณหภูมิต่ำลงจะทำให้เนื้อมะม่วงภายในมีความชื้นที่สูงขึ้น



รูปที่ 4 ผลมะม่วงที่ได้ห่อด้วยใบไม้แห้งสำหรับการทดสอบ



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5 ผลมะม่วงหลังการทดสอบ (ก) ผลมะม่วงสุกที่อบด้วยเตาอบไมโครเวฟระดับไฟอ่อน 3 นาที (ข) ผลมะม่วงสุกที่ได้หลังจากการบ่มด้วยวิธีห่อกระดาษ (ค) ผลมะม่วงสุกที่ได้หลังจากการบ่มโดยไมห่อกระดาษ

ผลการทดลองนี้มีผลมะม่วงที่สุกพอดีหลังจากใช้วิธีการอบด้วยเตาไมโครเวฟโดยใช้ไฟอ่อนประมาณ 3 นาที ดังแสดงในรูปที่ 5(ก) เมื่อเทียบกับผลของการบ่มด้วยวิธีการที่ห่อกระดาษแสดงในรูปที่ 5(ข) และแบบไม่ห่อกระดาษแสดงในรูปที่ 5(ค) จากผลการทดสอบพบว่าผลมะม่วงดิบที่บ่มด้วยสามวิธีที่นำเสนอนี้ได้ผลมะม่วงสุกที่ใกล้เคียงกัน โดยวิธีการบ่มที่นำเสนอนี้สีจะออกเหลืองและไม่มีน้ำยางมะม่วงออกมาเนื่องจากความร้อนภายในผลมะม่วงที่เกิดจากคลื่นไมโครเวฟแสดงถึงเกิดความสุขทั่วผลมะม่วงเมื่อเทียบกับวิธีการบ่มด้วยการห่อกระดาษซึ่งจะช่วยให้สุกเร็วกว่าแบบไม่ห่อกระดาษ ผลการวิจัยนี้สามารถช่วยทำให้ผลมะม่วงสุกทั่วผลและช่วยลดระยะเวลาในการบ่มผลมะม่วงดิบได้ด้วยการใช้คลื่นไมโครเวฟสร้างความร้อนภายในผลมะม่วงดิบ

4. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและหาคุณสมบัติของใบไม้แห้งที่มีความเป็นไปได้น่าสนใจสำหรับการบ่มผลมะม่วงดิบด้วยการนำมาห่อเพื่อนำมาอบให้แห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ โดยในการศึกษาหาข้อมูลนี้เราได้ใช้หลักทฤษฎีทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับวัสดุฉนวนไฟฟ้าที่มีค่าไดอิเล็กตริกในระดับที่สามารถป้องกันคลื่นไมโครเวฟไม่ให้เข้าถึงภายในเนื้อผลไม้ได้ระดับหนึ่ง ซึ่งอาจทำให้เกิดการเผาไหม้ภายในผลมะม่วงดิบในงานวิจัยนี้เราได้นำใบไม้แห้งที่ได้จากต้นมะม่วงมาทำการศึกษาค้นคว้าหาคุณสมบัติค่าความเป็นฉนวนของวัสดุที่ความถี่เดียวกันกับเตาอบไมโครเวฟที่ 2.45 GHz ซึ่งผลที่ได้อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าความชื้นของวัสดุที่ต่ำ และรูปทรงเป็นแผ่นบางจึงเป็นผลดีในการนำมาใช้ห่อผลไม้ได้เป็นอย่างดี ผลไม้ที่นำมาใช้ในการทดสอบบ่มผลไม้นี้เป็นมะม่วงพันธุ์สามฤดู ซึ่งจะมีผลผลิตตลอดปี และเป็นผลไม้เชิงพาณิชย์ของประเทศไทย จึงเป็นเป้าหมายที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ในการหาวิธีการบ่มผลไม้ให้สุกทันตามระยะเวลาที่นำไปจำหน่ายต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผลงานส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากอาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ดร.ณัฐภูมิ สุวรรณภูมิ ที่ให้ใช้เครื่องวิเคราะห์หาค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าและความถี่และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเป็นผู้ช่วยทดสอบค่าความเป็นฉนวนของวัสดุตัวอย่าง ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุทธิพร เนียมหอม. (2535). เครื่องบ่มผลไม้. รายงานการวิจัย, สถาบันวิจัยและพัฒนาเกษตรศาสตร์
- [2] Pozar, D. M. (2011). Microwave Engineering, 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc., USA
- [3] Wilkins, M. H. F. (1984). Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society.492-426.
- [4] Gallawa, J. C. The history of the microwave oven Archives 1998 to present. จาก www.gallawa.com/history.html
- [5] ฤทธิชัย อัครวราชันย์. (2554). การอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรด้วยคลื่นไมโครเวฟ. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต 1, 31-42
- [6] ดวงกมล เรือนงาม. (2557). การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ, วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. 23 (2), 120-139.
- [7] Komarov, V. V. (2012). Handbook on Dielectric and Thermal Properties of Microwaveable Materials. Artech House Microwave Library, USA