วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม - มิถุนายน 2562

Journal of Health Science
Vol. 28 No. 3, May - June 2019

นิพนธ์ต้นฉบับ ***Original article***

ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อการลดลงของชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในการอบหม่ำวัวด้วยเตาไมโครเวฟในจังหวัดกาฬสินธุ์

อรรคพล ภูผาจิตต์ ส.ม.*
ดาริวรรณ เศรษฐีธรรม Ph.D**
ประทุมมาศ ไชยสุนทร พย.บ.*
สุวรรณี ศรีหงษ์ทอง ส.ม.*
** กลุ่มงานบริการด้านปฐมภูมิและองค์รวม โรงพยาบาลคำม่วง*
***คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

วันรับ:	21 พ.ย. 2560
วันแก้ไข:	10 ม.ค. 2561
วันตอบรับ:	19 ม.ค. 2561

บทคัดย่อ การศึกษาเชิงทดลอง แบบ repeated measured factorial designs เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อการลดลงของชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในการอบหม่ำวัวด้วยเตาไมโครเวฟในจังหวัดกาฬสินธุ์ ทดลองการให้ความร้อนที่ระดับกำลังไฟที่ 300, 450 และ 600 วัตต์ ตัวอย่างหม่ำแบบทั้งท่อนให้ความร้อนที่ระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 นาที จำนวน 216 ตัวอย่าง และหม่ำหั่นแว่นให้ความร้อนที่ระยะเวลา 1, 2 และ 3 นาที จำนวน 144 ตัวอย่าง ตรวจจุลินทรีย์ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* และ *Yeast & Mold* ศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม 2559 ถึง เดือนเมษายน 2560 ผลการศึกษา พบว่า หม่ำทั้งท่อนเมื่อให้ความร้อน 600 วัตต์ ในเวลา 5 นาทีสามารถลดเชื้อ *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, Yeast & Mold, *Escherichia coli* ทั้งหมดได้ร้อยละ 100.00 และหม่ำแบบหั่นแว่น ที่ระดับพลังงานความร้อน 600 วัตต์ ในเวลา 3 นาที สามารถทำลายเชื้อ *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, Yeast & Mold, *Escherichia coli* ได้ร้อยละ 99.17, 100.00, 100.00 และ 99.20 ตามลำดับ ให้ความร้อนนานกว่านี้ หม่ำแบบหั่นแว่นจะไหม้เนื่องจากมีการสูญเสียความชื้น หม่ำดิบเป็นอาหารอีสานที่มีความเสี่ยงจากจุลินทรีย์ก่อโรคทั้ง 4 ชนิด เนื่องจากพบการปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่างหม่ำดิบที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้น ผู้บริโภคหม่ำให้ปลอดภัยจากจุลินทรีย์มากที่สุด ควรอบหม่ำแบบทั้งท่อน ให้ความร้อนที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ ในเวลา 5 นาที

คำสำคัญ: **หม่ำวัว, การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์**

บทนำ

คนอีสานมีวิธีในการแปรรูปอาหาร เพื่อเป็นการเก็บรักษาอาหารหรือแม้แต่การแปรรูปเพื่อให้ได้รสชาติตามที่ชื่นชอบ ในการแปรรูปอาหารนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การหมักโดยมีข้าวหรือแป้งเป็นส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันดี เช่น หม่ำ

หม่ำเป็นอาหารอีสานที่นิยมมากในภาคอีสาน จังหวัดที่นิยมรับประทานหม่ำ เช่น จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัด

ขอนแก่น และจังหวัดชัยภูมิ เป็นต้น หม่ำเป็นอาหารที่แสดงถึงอัตลักษณ์ของอาหารอีสาน มีการถ่ายทอดกระบวนการทำผ่านภูมิปัญญาของคนท้องถิ่น มีวิธีกระบวนการทำที่แตกต่างกันเล็กน้อยตามพื้นที่ มีส่วนประกอบหลักที่เหมือนกัน กระบวนการผลิตหม่ำล้วนส่งผลต่อคุณภาพของหม่ำ มักพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ประเภท *Escherichia coli*, Yeast, Mold มีปริมาณการปนเปื้อนที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มผช. 146-2546[1] ปัจจุบันหม่ำเป็นอาหารอีสานแปรรูปที่มีการผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรมครัวเรือนในพื้นที่ชนบทอย่างแพร่หลาย[2] กระบวนการผลิตหม่ำนั้นไม่ได้มาตรฐาน ขาดสุขลักษณะที่ดี ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli, Salmonella spp, Staphylococcus aureus* ส่งผลต่อสุขภาพผู้บริโภคอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้[3] และการสำรวจหม่ำที่มีการจำหน่ายพบว่าหม่ำวัวมีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella spp 55.80% เชื้อ Escherichia coli* 69.80%[4] จากสถานการณ์หม่ำ พบว่าหม่ำเป็นอาหารอีสานแปรรูปขาดการควบคุมคุณภาพและการผลิตตามหลักสุขาภิบาลอาหาร จนมีการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคระบบทางเดินอาหาร

หม่ำวัวในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์พบว่าลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบหลักจะเหมือนกัน[5] และส่วนมากพฤติกรรมการบริโภคจะนิยมบริโภคหม่ำดิบ[6] เพราะเชื่อว่าหม่ำเกิดกระบวนการหมักแล้วไม่มีเชื้อจุลินทรีย์และถือเอาความสะดวกในการบริโภคเป็นสำคัญ[2]

หม่ำดิบถือเป็นอาหารที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ ผู้วิจัยจึงได้สนใจศึกษาปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในหม่ำวัว โดยกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ออกเป็น 2 กลุ่ม[7] คือ

(1) จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีในการบ่งชี้ถึงมาตรฐานความสะอาดของอาหาร (Indicator bacteria) คือ *Escherichia coli*

(2) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร (disease-causing microorganisms) คือ *Salmonella spp., Staphylococcus aureus*, Yeast & Mold และศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการให้ความร้อนโดยเครื่องไมโครเวฟ[8] เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบอาหารอย่างง่าย มีการใช้ในครัวเรือนอย่างแพร่หลาย โดยจะใช้ปรุงอาหารปรุงสุกสำเร็จรูปหรืออาหารกึ่งปรุงสุกสำเร็จรูป สะดวกและเหมาะกับสภาพการใช้ชีวิตของคนในปัจจุบันที่ต้องการความสะดวกและรวดเร็วในการรับประทานอาหาร ได้รับประทานหม่ำที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์โดยไม่ต้องก่อไฟปิ้งจากเตาโดยตรง ซึ่งอุณหภูมิความร้อนและเวลาของเตาไมโครเวฟจะมีผลโดยตรงในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์และลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งอุณหภูมิและเวลานั้นจะต้องมีความเหมาะสม ที่ทำให้หม่ำวัว ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ มีลักษณะทางกายภาพที่สุกในระดับที่พร้อมรับประทาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเรื่องการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella spp.*, Yeast & Mold และประสิทธิภาพการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยไมโครเวฟในหม่ำเนื้อวัว ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อให้ทราบสถานการณ์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ตลอดจนวิธีการลดปริมาณของจุลินทรีย์ เพื่อให้มีความปลอดภัยในการบริโภคหม่ำมากขึ้น

วิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา เป็นเชิงทดลอง แบบ repeated measured factorial designs[9] แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 การให้ความร้อนแบบทั้งท่อน ตอนที่ 2 ให้ความร้อนแบบหั่นแว่น ทำการศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม 2559 ถึง เดือนเมษายน 2560 โดยมีวิธีการดำเนินการศึกษาดังนี้

ประชากรคือ หม่ำวัวที่มีการผลิตและจำหน่ายอาหารอีสานแปรรูปในรูปแบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมครัวเรือน ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์

กลุ่มตัวอย่างคือ หม่ำวัวในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ตอนที่ 1 ให้ความร้อนแบบทั้งท่อน ทดลองในสภาวะการทดลองเท่ากับ 3x6x4 = 72 สภาวะการทดลอง (ระดับพลังงานไฟฟ้าจากเตาไมโครเวฟ x ระยะเวลาที่ให้ความ

ร้อนกับตัวอย่างหม่ำ x ชนิดเชื้อจุลินทรีย์) ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (3 replications) รวมหน่วยการทดลองทั้งสิ้นเป็น 72x3 =216 หน่วยการทดลอง ตอนที่ 2 ให้ความร้อนแบบหั่นแว่น ทำการทดลองในสภาวะการทดลองเท่ากับ 3x4x4 = 48 สภาวะการทดลอง (ระดับพลังงานไฟฟ้าจากเตาไมโครเวฟ X ระยะเวลาที่ให้ความร้อนกับตัวอย่างหม่ำ x ชนิดเชื้อจุลินทรีย์) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งรวมหน่วยการทดลองทั้งสิ้นเป็น 48 x 3 =144 หน่วยการทดลอง

กำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) ดังนี้

1. หม่ำวัวที่ใช้ในการทดลองจะต้องมีส่วนประกอบเครื่องปรุง ต้องเหมือนกัน

2. ใช้ไส้หมูในการบรรจุ

3. หม่ำวัวที่ใช้ในการทดลองจะต้องมีขนาดความยาวเฉลี่ยอยู่ที่ 5.50 ถึง 9.00 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ที่ 2.50 ถึง 3.20 เซนติเมตร วัดที่จุดกึ่งกลางของตัวอย่างอาหารหม่ำ

4. เป็นหม่ำที่ผลิตและจำหน่ายแบบอุตสาหกรรมครัวเรือน ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์

5. ระยะเวลาการหมักของหม่ำวัวเท่ากับ 9 ชั่วโมง นับเริ่มจากการบรรจุลงในไส้

เก็บตัวอย่างหม่ำวัวตามขนาดของการบริโภคจริงและการจำหน่ายตัวอย่างอาหารหม่ำวัวมีสภาพไม่เน่าเสีย หรือบูดเก็บตัวอย่างหม่ำใส่ลงในถุงพลาสติกที่สะอาดรัดปากถุงให้แน่น เขียนฉลากระบุหมายเลขตัวอย่าง บรรจุในกระติกหรือกล่องโฟมที่มีการรักษาอุณหภูมิไม่เกิน 4 °C ทำการทดลองและตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เครื่องมือในการการศึกษา ประกอบด้วยเครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้วิธี analytical method in food [10] ในห้องปฏิบัติการ

การดำเนินการช่วงก่อนทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักหม่ำวัวพร้อมปรุงด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ชั่งทั้งชิ้นของหม่ำวัดเส้นรอบวงของหม่ำโดยกำหนดให้วัดที่จุดกึ่งกลางและวัดอุณหภูมิ ทำการบันทึกผล

2. วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และตรวจวิเคราะห์เชื้อ 4 ชนิด คือ *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, Yeast & Mold และ *Escherichia coli* เพื่อหาค่าของจุลินทรีย์และค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ 0 นาที ของแต่ละการให้ความร้อนที่ระดับกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ

ตอนที่ 1 ให้ความร้อนแบบทั้งท่อน

1. นำหม่ำวัวพร้อมบริโภคมาให้ความร้อนจากแหล่งกำเนิดเตาไมโครเวฟ ที่ระดับความร้อนที่กำลังไฟ 300 วัตต์ จากไมโครเวฟรุ่น ME711K ขนาด 20 ลิตร ระยะเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 นาที ตามลำดับ

2. วัดอุณหภูมิหลังให้ความร้อน หลังจากนำตัวอย่างออกจากเตาไมโครเวฟ 20 วินาที

3. วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และตรวจวิเคราะห์เชื้อ 4 ชนิดคือ *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, Yeast & Mold และ *Escherichia coli*

4. ทำการทดลองซ้ำอีก 3 ครั้งทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนการให้ความร้อน เป็นกำลังไฟ 450 วัตต์, 600 วัตต์ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ให้ความร้อนแบบหั่นแว่น

ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลอง ก่อนการทดลองและการทดลองตอนที่ 1 เพียงลดระยะเวลาที่ให้ความร้อนที่ระยะเวลา 1, 2 และ 3 นาที และทำการหั่นหม่ำวัวให้เป็นแว่นที่มีขนาดเท่ากัน 4 ส่วนก่อนนำไปให้ความร้อน

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป STATA V.10 ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น สถิติพรรณนาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละค่าเฉลี่ยการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ และค่าเฉลี่ยความยาว ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยส่วนสถิติเชิงอนุมานที่ใช้การวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน [11] เพื่อศึกษาเปรียบเทียบร้อยละค่าเฉลี่ยการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ในหม่ำวัว ด้วยการอบหม่ำวัวต่ออุณหภูมิและเวลา

ผลการศึกษา

1. ผลการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ในหม่ำวัวด้วยการอบหม่ำวัวแบบทั้งท่อนด้วยเตาไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าต่างกันและที่ระยะเวลาต่างกัน

ระดับพลังงานความร้อนและระยะเวลาที่ใช้ในการอบหม่ำวัว ผลที่ได้เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดดังตารางที่ 1 พบว่า ที่ระดับความร้อนเท่ากับ 600 วัตต์เป็นระดับความร้อนสูงปานกลางของเตาไมโครเวฟ ที่ระยะเวลา 5 นาทีจะมีผลต่อการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด ได้ร้อยละ 100.00 และเมื่อนำร้อยละเฉลี่ยการลดลงเชื้อจุลินทรีย์มาทดสอบทางสถิติพบว่า ที่ระดับความร้อนต่าง ๆ และระยะเวลาการให้ความร้อนต่าง ๆ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.01$

เมื่อนำปริมาณจุลินทรีย์หลังจากการให้ความร้อนมาเทียบกับมาตรฐานเกณฑ์ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพจุลชีววิทยาของอาหารภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2 เรื่องเกณฑ์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในการปนเปื้อนอาหารประเภทเนื้อสัตว์แปรรูป[12] พบว่าจะต้องมีการให้ความร้อนที่ 600 วัตต์ เป็นเวลา 5 นาที ที่เป็นไปตามเกณฑ์และสามารถบริโภคหม่ำวัวได้อย่างปลอดภัย

2. ผลการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ในหม่ำวัวด้วยการอบหม่ำวัวแบบหั่นเป็นแว่น ด้วยเตาไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าต่างกันและที่ระยะเวลาต่างกัน

ระดับพลังงานความร้อนและระยะเวลาในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างอาหารหม่ำวัว โดยการหั่นเป็นแว่นนั้น พบว่าผลที่ได้เมื่อดูค่าเฉลี่ยร้อยละในการลดลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด พบว่าที่ระยะเวลาสูงสุดที่ทำการทดลอง คือ 3 นาที พบว่าสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้สูง เช่น *Staphylococcus aureus*, *Yeast & Mold*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* ค่าเฉลี่ยร้อยละการทำลายเชื้อเท่ากับ 100.00, 100.00, 99.17+0.72, 99.20+1.38 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อนำผลค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มาทดสอบทางสถิติ พบว่า ค่าระดับพลังงานความร้อน และระยะเวลาที่ให้ความร้อน มีผลต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.01$

เมื่อนำผลปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มาเทียบกับมาตรฐาน

ตารางที่ 1 การลดลงของปริมาณเชื้อชนิดต่าง ๆ จากการให้ความร้อนแบบทั้งท่อนที่ระดับความร้อนและระยะเวลาต่าง ๆ

ระดับความร้อน (วัตต์)	ชนิดเชื้อ	ระยะเวลาที่ให้ความร้อน (นาที)				
		1	2	3	4	5
300	Salmonella spp.	12.87±2.16	22.42±2.59	41.09±5.18	50.22±4.97	66.40±5.43
	Staphylococcus aureus	34.68±56.59	39.87±1.05	63.99±3.42	81.24±2.76	97.66±1.45
	Yeast & Mold	14.72±3.46	25.28±4.93	64.53±4.29	75.85±1.30	92.46±4.58
	Escherichia coli	30.44±2.61	57.17±5.77	53.21±1.96	70.79±1.87	78.95±6.31
450	Salmonella spp.	12.40±3.79	31.41±4.35	60.34±5.40	100.00	100.00
	Staphylococcus aureus	2.35±1.82	10.91±6.66	74.50±0.58	85.72±5.00	99.33±0.77
	Yeast & Mold	27.00±1.97	40.69±19.49	73.77±3.02	98.48±1.74	100.00
	Escherichia coli	73.68±1.81	81.09±0.41	86.36±1.90	91.38±2.59	94.25±0.72
600	Salmonella spp.	58.13±3.07	68.91±6.42	94.72±4.61	100.00	100.00
	Staphylococcus aureus	48.82±2.12	82.71±0.51	89.49±1.55	99.66±0.58	100.00
	Yeast & Mold	40.16±4.30	84.09±4.09	87.88±2.37	99.62±0.65	100.00
	Escherichia coli	77.54±1.45	93.98±0.40	99.54±0.80	100.00	100.00

ตารางที่ 2 การลดลงของปริมาณเชื้อชนิดต่าง ๆ จากการให้ความร้อนแบบหั่นแว่นที่ระดับความร้อนและระยะเวลาต่าง ๆ

ระดับความร้อน (วัตต์)	ชนิดเชื้อ	ระยะเวลาที่ให้ความร้อน (นาที)		
		1	2	3
300	Salmonella spp.	25.42±1.42	46.32±2.56	57.79±2.56
	Staphylococcus aureus.	6.47±0.86	6.47±0.50	64.52±1.15
	Yeast & Mold	42.60±3.90	59.26±1.70	95.19±1.28
	Escherichia coli	48.80±0.00	48.53±0.46	76.53±0.92
450	Salmonella spp.	42.47±0.44	64.06±1.24	96.70±1.43
	Staphylococcus aureus	76.46±0.69	80.36±1.46	85.46±0.97
	Yeast & Mold	55.19±0.64	73.71±0.64	97.41±0.64
	Escherichia coli	68.19±0.92	86.90±0.46	95.19±3.50
600	Salmonella spp.	69.01±1.24	90.45±076	99.17±0.72
	Staphylococcus aureus	77.44±2.68	94.16±0.49	100.00
	Yeast & Mold	76.28±1.26	90.15±1.10	100.00
	Escherichia coli	93.35±0.92	98.94±0.46	99.20±1.38

ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพจุลชีววิทยาของอาหารภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2 เรื่อง เกณฑ์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในการปนเปื้อนอาหารประเภทเนื้อสัตว์แปรรูป [12] พบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*. ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งเชื้อ *Salmonella spp.* ปริมาณเชื้อที่เหลือเท่ากับ 1 โคโลนีใน 25 กรัมอาหาร มาตรฐานกำหนดจะต้องไม่พบการปนเปื้อนในอาหาร ส่วนเชื้อ *Escherichia coli* พบ 1.00×10^2 CFU/g โดยมาตรฐานกำหนด พบการปนเปื้อนในอาหารได้ไม่เกิน 10 CFU/g จึงเป็นจุลินทรีย์ 2 ชนิดที่เมื่อให้ความร้อนระดับ 600 วัตต์ ระยะเวลา 3 นาที ยังพบการปนเปื้อน ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานและไม่ปลอดภัยในการบริโภค แต่การให้ความร้อนแบบการหั่นเป็นแว่น นั้นมีข้อสังเกตคือ ร้อยละความชื้นในตัวอย่างมีการสูญเสียไปอย่างมาก และอุณหภูมิตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง ตัวอย่างแข็งและดำขึ้นลักษณะไม่น่าบริโภค

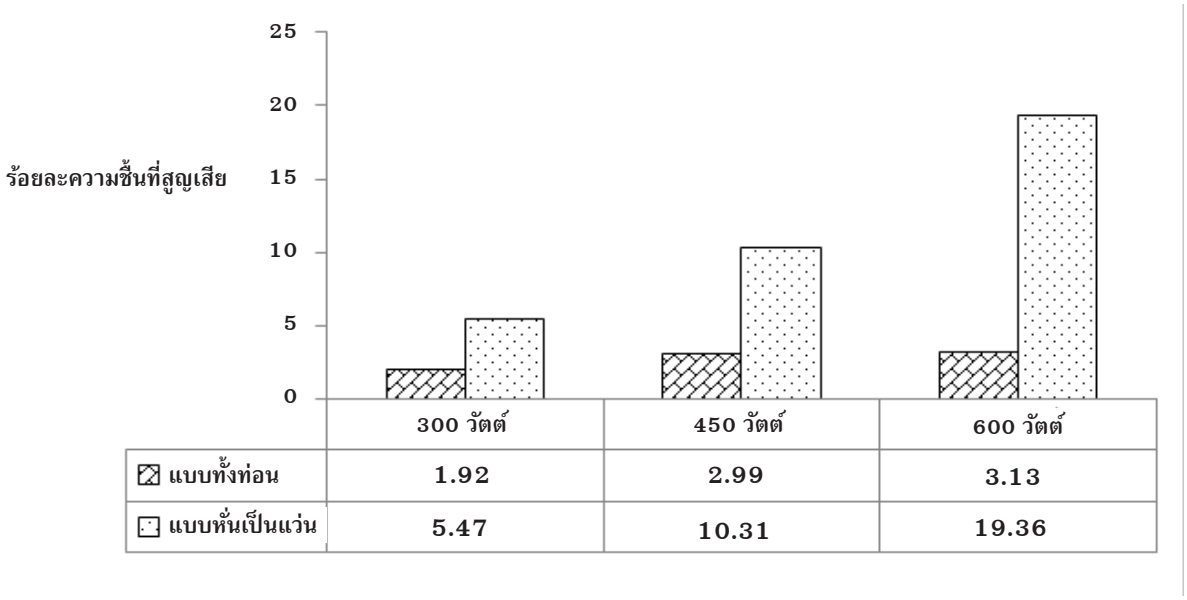
3. ผลการเปรียบเทียบลักษณะการให้ความร้อนแบบเป็นท่อนและการให้ความร้อนแบบเป็นแว่น

เมื่อมีการให้ความร้อนในระดับพลังงานต่าง ๆ ระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าเมื่อมีการให้ความร้อนแบบการหั่นตัวอย่างออกเป็นแว่น 4 ส่วนเท่า ๆ กันนั้น พบว่ามีการสูญเสียความชื้นได้มากกว่าการให้ความร้อนแบบทั้งท่อน เมื่อนำผลร้อยละความชื้นที่สูญเสียไปจากการให้ความร้อนที่ระยะเวลา 3 นาที มาพิจารณาเปรียบเทียบการให้ความร้อนแบบทั้งท่อนและการหั่นเป็นแว่น พบว่า การให้ความร้อนแบบทั้งท่อน ที่ระดับพลังงาน 300 วัตต์ 450 วัตต์ และ 600 วัตต์ ร้อยละความชื้นที่สูญเสียไปเท่ากับ 1.92, 2.99 และ 3.13 ตามลำดับ ส่วนการให้ความร้อนแบบหั่นแว่น ที่ระดับพลังงาน 300 วัตต์ 450 วัตต์ และ 600 วัตต์ ร้อยละความชื้นที่สูญเสียไปเท่ากับ 5.47, 10.31 และ 19.36 ตามลำดับ ดังแสดงตามภาพที่ 1

การสูญเสียความชื้นในตัวอย่างอาหารนั้น เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพของหม่ำเปลี่ยนแปลงไป เช่น หม่ำแข็งขึ้นหรือตัวอย่างหม่ำไหม้ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อพิจารณาการให้ความร้อนที่ระดับพลังงานไฟฟ้า 600 วัตต์ ที่ระยะเวลา 1, 2 และ 3 นาที พบว่า การให้ความร้อนแบบทั้งท่อน ร้อยละความชื้นที่สูญเสียไปเท่ากับ 0.69, 1.50 และ 3.13 ตามลำดับ การให้ความร้อนแบบ

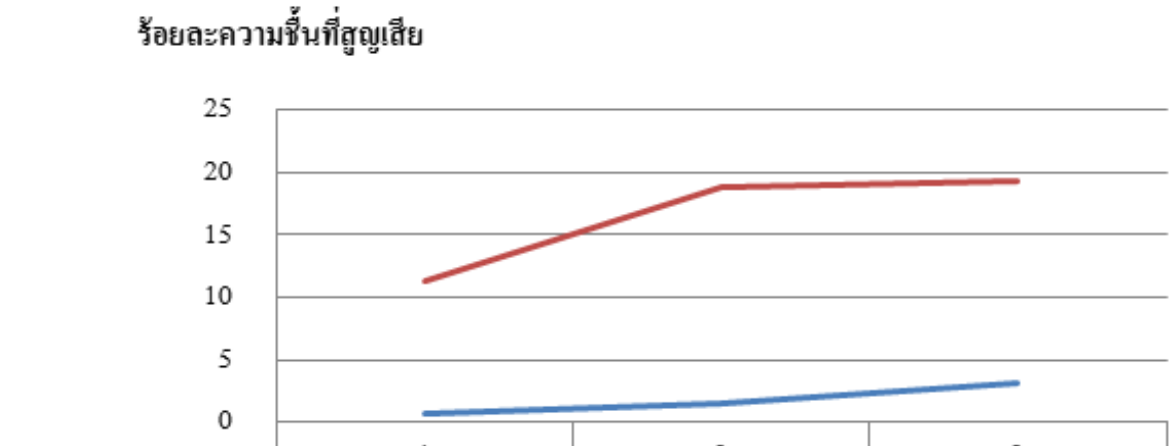
หั่นแว่นร้อยละความชื้นที่สูญเสียไปเท่ากับ 11.25, 18.74 และ 19.36 ตามลำดับ ดังแสดงตามภาพที่ 2 โดยหม่ำวัวที่ได้รับความร้อนที่ระดับพลังงานเดี่ยวกันแต่ลักษณะตัวอย่างหม่ำที่แตกต่างกัน มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในตัวอย่างหม่ำวัว ซึ่งค่าความชื้นนี้เองที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ตัวอย่างไหม้ได้

ภาพที่ 1 การลดลงของความชื้นในหม่ำวัวที่ให้ความร้อนแบบทั้งท่อน และหั่นเป็นแว่น เมื่อให้พลังงานความร้อนที่ระดับต่าง ๆ ระยะเวลา 3 นาที



	300 วัตต์	450 วัตต์	600 วัตต์
แบบทั้งท่อน	1.92	2.99	3.13
แบบหั่นเป็นแว่น	5.47	10.31	19.36

ภาพที่ 2 การลดลงของความชื้นในหม่ำวัวที่ให้ความร้อนแบบทั้งท่อนและหั่นเป็นแว่น เมื่อให้พลังงานความร้อนที่ 600 วัตต์ ระยะเวลา 1 , 2 และ 3 นาที



	1	2	3
แบบทั้งท่อน	0.69	1.5	3.13
แบบหั่นเป็นแว่น	11.25	18.74	19.36

วิจารณ์

ผลของการให้ความร้อนจากเตาไมโครเวฟต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากจะมีปัจจัยของระดับพลังงานไฟฟ้าจากเตาไมโครเวฟที่ให้และระยะเวลาที่ให้ความร้อนแล้วนั้น ยังขึ้นอยู่กับลักษณะตัวอย่างที่แตกต่างกัน คือ แบบให้ความร้อนทั้งท่อนและการให้ความร้อนแบบหั่นเป็นแว่น เมื่อเทียบที่เวลา 3 นาที ในระดับพลังงานความร้อน 450 วัตต์ พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละการทำลายเชื้อ *Salmonella spp.* แบบให้ความร้อนทั้งท่อนเท่ากับ 60.34+5.40 แบบการให้ความร้อนโดยการหั่นเป็นแว่นเท่ากับ 96.70+1.43 เชื้อ *Staphylococcus aureus.* แบบให้ความร้อนทั้งท่อนเท่ากับ 74.50+0.58 แบบการให้ความร้อนโดยการหั่นเป็นแว่น เท่ากับ 85.46+0.97, Yeast และ Mold แบบให้ความร้อนทั้งท่อนเท่ากับ 73.77+3.02 แบบการให้ความร้อนโดยการหั่นเป็นแว่นเท่ากับ 97.41+0.64, *Escherichia coli* แบบให้ความร้อนทั้งท่อนเท่ากับ 86.36+1.90 แบบการให้ความร้อนโดยการหั่นเป็นแว่น เท่ากับ 95.17+3.50 การให้ความร้อนแบบหั่นเป็นแว่นจะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้มากกว่าการให้ความร้อนแบบทั้งท่อน แต่การให้ความร้อนแบบหั่นเป็นแว่นนั้น จะลดปริมาณความชื้นของอาหารมากกว่า กล่าวคือ การให้ความร้อนที่ระดับพลังงานเดียวกัน ระยะเวลาเดียวกัน การให้ความร้อนแบบหั่นแว่นจะสูญเสียน้ำจากตัวอย่างอาหารมากกว่าการให้ความร้อนแบบทั้งท่อน ซึ่งการให้ความร้อนแบบทั้งท่อนจะสามารถรักษาน้ำในตัวอย่างได้ดีกว่า เมื่อนำมาบริโภคกับข้าวเหนียวหม่ำจะมีน้ำขลุกขลิก ไม่แห้ง จึงมีความนิยมและเป็นที่ชื่นชอบ[13] ในการบริโภคมากกว่าแบบการให้ความร้อนแบบเป็นแว่น

อาหารประเภทหม่ำวัว เมื่อนำมาปรุงให้สุกด้วยเตาไมโครเวฟ ควรใช้ระดับพลังงานความร้อนที่ 600 วัตต์ ที่ระยะเวลา 5 นาที โดยการให้ความร้อนแบบทั้งท่อน เป็นระยะเวลาที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดได้ ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพจุลชีววิทยาของอาหารภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2 เรื่อง เกณฑ์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในการปนเปื้อนอาหารประเภทเนื้อสัตว์แปรรูป และนอกจากนั้นการให้ความร้อนแบบทั้งท่อนสามารถรักษาความชื้นได้ดีกว่า การให้ความร้อนแบบหั่นเป็นแว่น ซึ่งการให้ความร้อนแบบหั่นเป็นแว่น จะทำให้หม่ำวัวไหม้และไม่เหมาะกับการรับประทานกับข้าวเหนียว

ข้อมูลที่สำคัญที่พบในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า หม่ำวัวที่นำมาศึกษานั้นพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด ในปริมาณเชื้อที่เกินมาตรฐานประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพจุลชีววิทยาของอาหารภาชนะสัมผัสอาหารฉบับที่ 2[12] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหม่ำวัวเป็นประเภทอาหารที่มีความเสี่ยง เมื่อนำมาบริโภคแบบดิบจะส่งผลต่อสภาวะสุขภาพได้ ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เตาไมโครเวฟเนื่องจากพบว่ามีการใช้อย่างแพร่หลายและสอดคล้องกับความต้องการความสะดวกในการบริโภคของผู้บริโภค ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยในการบริโภคหม่ำวัวเมื่อมีการใช้เตาไมโครเวฟด้วยรุ่น ME711K ขนาด 20 ลิตร ใช้กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ ใช้ระยะเวลา 5 นาที ซึ่งเป็นความร้อน ระดับกำลังไฟสูงปานกลาง ตามคู่มือมีการแนะนำให้อุ่นอาหารสด ที่มีปริมาณ 60 กรัม ขึ้นไป ใช้ระยะเวลา 6 นาที 40 วินาที แต่ผลการศึกษาสามารถแสดงให้เห็นว่าการใช้กำลังไฟที่ 600 วัตต์ 5 นาที ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ 4 ชนิด ในหม่ำวัวได้หมด ดังนั้นควรมีการเลือกให้ความร้อนที่ระดับ 600 วัตต์ ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที เพื่อเป็นการบริโภคหม่ำวัวที่ปลอดภัยและการใช้เตาไมโครเวฟจะทำให้ความสะดวกรวดเร็วสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ที่ต้องการบริโภคอาหารอีสานแปรรูป อย่างปลอดภัยโดยไม่ต้องเสียเวลาในการก่อไฟ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์และคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่อำนวยความสะดวกในการทดลอง ขอขอบพระคุณผู้

อำนวยการโรงพยาบาลคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ รวมทั้งสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดกาฬสินธุ์ ที่สนับสนุนข้อมูลการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. วิรัตน์ สุมุน. ความรู้ ความคิดเห็นและพฤติกรรมของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์: รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2552.
2. งานคุ้มครองผู้บริโภค โรงพยาบาลคำม่วง. รายงานการตรวจสุขาภิบาลอาหารร้านอาหาร และแผงลอย ปี 2559. กาฬสินธุ์: กลุ่มงานเภสัชกรรมชุมชน โรงพยาบาลคำม่วง; 2559.
3. สรรเพชญ อังกิติตระกูล. รายงานวิจัยการจัดการความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หม่ำจากแหล่งผลิตถึงผู้บริโภค. ขอนแก่น: คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาขอนแก่น; 2554.
4. เชิดชัย อริยานุชิตกุล, สรรเพชญ อังกิติตระกูล, อรุณี บุตรตาสี, น้อย ทองสกุลพานิชย์. ความชุกและการดื้อต่อสารต้านจุลชีพ ของเชื้อซัลโมเนลลา ที่แยกจากหม่ำดิบ ในอำเภอพล จังหวัดขอนแก่น. วารสารอาหารและยา 2553;17:46-51.
5. บ้านมหา. สูตรหม่ำ ไกลบ้านแบบง่าย ๆ [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [สืบค้นเมื่อ 2 มี.ค. 2559]. แหล่งข้อมูล: http://www.baanmaha. com/community/threads
6. พิษณุ อุตตมะเวทิน. อาหารและวิถีชีวิตชนบทอีสาน. ใน: สมจิตร วินากร, เมตตา ตาละลักษณ์, บรรณาธิการ. พฤติกรรมการบริโภคอาหารของชาวชนบทอีสาน. ขอนแก่น: แก่นคำออฟเซ็ทการพิมพ์; 2536. หน้า 18.
7. ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ. ความปลอดภัยในอาหาร. กรุงเทพ-มหานคร: Sister and Media Group; 2549.
8. Ratanadecho P. Microwave heating using a rectangular wave guide [Internet]. [cited 2017 Mar 15]. Available from: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1006410/2002
9. ชูศรี วงศ์รัตนะ, องอาจ นัยพัฒน์. การทดสอบสมมุติฐาน. ใน: สกาวรัตน์ จรุงนันทกาล, บุษวรรณ แสนปลื้ม, นพวรรณ ศรีเกตุ, บรรณาธิการ. แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติวิเคราะห์: แนวคิดพื้นฐานและวิธีการ. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2551. หน้า 57.
10. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร [อินเทอร์เน็ต]. 2557 [สืบค้นเมื่อ 2 มี.ค. 2559]. แหล่งข้อมูล: http://e-library.dmsc.moph.go.th/ebooks/files
11. ยุทธ ไกยวรรณ์. การวิเคราะห์ความแปรปรวน. ใน: รวิวรรณ จันทรแม้น, บรรณาธิการ. การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร: วีปริ้น (1991); 2559.
12. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์เรื่อง เกณฑ์คุณภาพจุลชีววิทยาของอาหารภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2 [อินเทอร์เน็ต]. 2553 [สืบค้นเมื่อ 2 มี.ค. 2559]. แหล่งข้อมูล: http://dmsc2.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/dmscguide1.pdf
13. อุษา เอื้อจิตราเจริญ. อาหารอีสาน [อินเทอร์เน็ต]. 2549 [สืบค้นเมื่อ 2 มี.ค. 2559]. แหล่งข้อมูล: http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/m6-1/no16-25-26-42/kong-dee-kong-thai/

Abstract: Effects of Temperature and Time on the Reduction of the Types and Quantity of Microorganisms During Ovening Beef Mum with a Microwave Oven, Kalasin Province

Akrapol Poohpajit, M.P.H.*; Dariwan Settheetham, Ph.D.; Prathummat Chaisunthorn, B.N.S.*;Suvannee Srihongthong, M.P.H***

**Kham Muang Hospital, Kalasin Province; **Faculty of Public Health, Khon Kaen University, Thailand*

Journal of Health Science 2019;28:509-17.

The objective of this study was to investigate the effects of temperature and time on the reduction of quantity and type of microorganisms to "mum (preserved) beef" during ovening with a microwave oven. It was conducted in Kalasin province during August 2016 - April 2017 as an experimental research with repeated measured factorial design. The samples were mum (preserve beef) rod, 216 samples, and mum pieces, 144 samples. Microorganisms used in the study were *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, yeast and mold. It was found that there was completed reduction of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, yeast & mold when ovening mum rod at 600 watts for 5 minutes. For mum pieces at 600 watts for 3 minutes, there was 99.20%, 99.17%, 100.00%, 100.00% for *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, yeast & mold, respectively. If longer heating, the mum piece would burn. Thus, mum could be considered as unsafe food. Consumers should heat mum rod at 600 watts for 5 minutes in order to get rid of pathogenic microorganisms.

Keywords: preserved beef, reduction of microorganisms