การผลิตหมูยอโดยใช้ไมโครเวฟ

Production of Moo Yor Using Microwave

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ[1]* อำไพ สงวนแวว[1] และสุวรรณี ขยันการนาวี[1]

Achara Dholvitayakhun[1*] Ampai Sanguanval[1] and Suwannee Khayankannawi[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลา และจำนวนชิ้นของหมูยอที่เหมาะสมในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ เพื่อลดระยะเวลาการให้ความร้อน และผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการศึกษา พบว่า ระยะเวลาในการให้ความร้อนหมูยอที่เหมาะสมกับกำลังไฟ 800 วัตต์ คือ 10 นาที จำนวน 3 ชิ้น ๆ ละ 200 กรัม โดยผลิตภัณฑ์หมูยอได้รับคะแนน การยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกมีความชื้นร้อยละ 70.08 และค่าสี L* a* และ b* คือ 58.09 2.14 15.27 ตามลำดับ จากผลการประเมินคุณภาพทางเนื้อสัมผัสหมูยอ พบว่า มีค่าความแข็ง (Hardness) 0.9840 นิวตัน ค่าความสามารถยึดเกาะ (Cohesiveness) 0.1110 ค่าความเป็นสปริง (Springiness) 5.5125 มิลลิเมตร ค่าความยืดหยุ่น (Gumminess) 0.1088 นิวตัน ค่าความคงทน เมื่อเคี้ยว (Chewiness) 0.6210 จูล และค่าการเกาะติดของอาหาร (Adhesiveness) 0.1274 จูล จากการประเมินผลการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ในคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม พบว่า ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบในระดับชอบมาก โดยผู้บริโภคจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีวางจำหน่ายคิดเป็นร้อยละ 95 ซึ่งผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผลิตโดยใช้ไมโครเวฟสามารถลดระยะเวลาได้เร็วขึ้นถึง 4 เท่าเมื่อเทียบกับวิธีการให้ความร้อนแบบเดิม

คำสำคัญ : หมูยอ ไมโครเวฟ

[1]สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก 63000

[1]Division of Home Economic, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Tak. 63000

Abstract

The objective of this research is to study the optimum time and number of pieces of Moo Yor in order to decrease the heating time by steaming in a microwave and accepted by consumers. The results found that the optimum processing time for heating Moo Yor include, 10 minutes for heating at the power of 800 watts and containing 3 pieces (200 gram per piece). The sensory evaluation of selected product was accepted overall linking core in range like very much. It was found that final moisture content was 70.08 % with values of bright color at L* 58.09, a*2.14 and b* 15.27. Textural quality characteristic assessed by texture analyzer result revealed that this selected product was 0.9840 newton of hardness, 0.1110 of cohesiveness, 5.5125 mm. of springiness, 0.1088 newton of gumminess, 0.6210 joule of chewiness and 0.1274 joule of adhesiveness. In the consumer test, the selected Moo Yor using microwave was accepted by 100 panelists, which were like very much in color, odor, taste, appearance and overall acceptability. In addition, 95 % of consumers decide to buy this product. From the result, it could be concluded that microwave could effectively reduced time for fourfold when compare with conventional method.

Keywords : Moo Yor, microwave

บทนำ

ผลิตภัณฑ์หมูยอ (Moo Yor) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเนื้อสัตว์ นิยมบริโภคกันทั่วไป โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย วัตถุดิบหลักในการผลิตหมูยอ ได้แก่ เนื้อหมู มันหมูและเครื่องปรุงรสนำมาผสมและบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีส่วนผสมที่เติมลงไปเพื่อให้เกิดลักษณะเฉพาะ เช่น หนังหมู เห็ดหอม พริกไทยดำ สาหร่าย นำมาคลุกผสมให้กระจายโดยทั่ว แล้วบรรจุในวัสดุห่อหุ้มให้แน่น นำไปต้มหรือนึ่งให้สุก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2546) แต่กระบวนการผลิตดังกล่าวต้องใช้ระยะเวลาในการทำให้หมูยอสุกนานมากกว่า 40 นาที ดังนั้น ถ้าสามารถลดระยะเวลาการนึ่งหรือทำสุกได้ จะสามารถช่วยเพิ่มกำลังการผลิตได้ ส่งผลให้ยอดขายเพิ่มมากขึ้น และเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการผลิตตลอดจนสามารถส่งเสริมให้ผลิตในรูปของอุตสาหกรรมได้เพิ่มมากขึ้น

ซึ่งในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ไมโครเวฟ ในกระบวนการแปรรูปอาหารเพิ่มมากขึ้น อย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การลวก (Blanching) การทำแห้ง (Dehydration) การอบ (Baking) เป็นต้น (Gupta et al., 2011, Koskiniemi et al., 2011, Vadivambal and Jayas, 2010) ไมโครเวฟเป็นตัวให้ความร้อนในรูปแบบของการแผ่รังสี (Radiation) โดยอาศัยพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro-magnetic spectrum) ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง

เนื่องจากการถ่ายเทพลังงานเป็นความร้อนจะเกิดขึ้นภายในเนื้อของวัตถุดิบโดยตรง จึงสามารถช่วยลดระยะเวลาการผลิตได้ แทนการให้ความร้อนในรูปแบบเดิม ที่ต้องส่งผ่านความร้อนทางอ้อม (indirect method) จากภาชนะสู่อาหาร ด้วยวิธีการนำ (Conduction) และการพาความร้อน (Convention) (Fellows, 2000) ดังนั้น กลุ่มผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไมโครเวฟมาเป็นตัวให้ความร้อน ในการผลิตหมูยอแทนการให้ความร้อนในรูปแบบเดิม คือ การนึ่งหรือการต้ม เพื่อช่วยลดระยะเวลาการให้ความร้อน โดยผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วิธีการวิจัย

วัสดุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบของสด เช่น เนื้อหมูสะโพก มันหมูแข็ง น้ำแข็ง ฟอสเฟสนำมาทำเป็นเนื้อหมูบดปรุงรส กระเทียม พริกไทย น้ำตาล ใบตอง ตอก เป็นต้น วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เช่น อ่างผสม เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง (Sartorius) เตาอบไมโครเวฟ (Samsung) ขนาดกำลัง 800 W (ในกรณีที่เลือกใช้เตาอบไมโครเวฟสำหรับการทดลองนี้ เพราะเป็นเตาที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์ซึ่งหาซื้อง่ายและสะดวกต่อการดำเนินการทดลองเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมต่อไป) ตู้อบลมร้อน (Binber) โถดูดความชื้น (Desiccator) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) เครื่องวัดค่าสี (Minolta รุ่น CR-10) อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การเตรียมสูตรพื้นฐาน

ในการทดลองครั้งนี้ใช้สูตรหมูยอ ที่ดัดแปลงมาจากอำไพ อัจฉรา และสุวรรณีย์ (2555) ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหมูบดปรุงรส 91.69% กระเทียม 6.72% พริกไทย 0.92% เกลือป่น 0.31% น้ำตาลทราย 0.18% ผงปรุงรส 0.18% นำส่วนผสมที่ได้มาผสมรวมกัน ชั่งน้ำหนัก 200 กรัม/ชิ้น ห่อด้วยใบตองขนาดกว้าง 9 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว จำนวน 3 ชั้น มัดด้วยตอก นำไปนึ่งนาน 40 นาทีสำหรับตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ทดสอบด้วยไมโครเวฟ จะทดลองตามระยะเวลาที่กำหนดในการทดลองศึกษา

การศึกษาระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่เหมาะสม

ทำการศึกษากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล ศึกษา 2 ปัจจัย 2 ระดับ คือ ระยะเวลาในการให้ความร้อน 2 ระดับ คือ เวลาในการให้ความร้อนนาน 8 และ 10 นาที และจำนวนชิ้นตัวอย่างในการให้ความร้อนแต่ละครั้ง โดยศึกษา 2 ระดับ คือ 3 และ 5 ชิ้นต่อการอบในไมโครเวฟแต่ละครั้ง โดยในการให้ความร้อนในไมโครเวฟจะมีการใส่น้ำสะอาดจำนวน 150 กรัม เพื่อให้ความร้อนจากไมโครเวฟ เป็นการใช้ความร้อนร่วมกับไอน้ำ ก่อให้เกิดความร้อนชื้น ซึ่งจะสามารถลดการสูญเสียน้ำและการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้ (Devece et al, 1999) และป้องกัน เนื้อสัมผัสของหมูยอมีลักษณะแห้งแข็ง ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง เทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งวิธีปกติ รวม 5 สิ่งทดลองนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง บรรจุใส่ถุงพลาสติก ปิดผนึกด้วยเครื่องซีลสูญญากาศ และนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นเพื่อนำไปทดสอบในขั้นต่อไป

ทดสอบคุณภาพด้านกายภาพของหมูยอ

1. ทดสอบคุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์หมูยอ นำตัวอย่างมาทดสอบทางกายภาพ โดยการวัดค่าสีของหมูยอที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเทียบกับตัวอย่างควบคุม คือ หมูยอที่ให้ความร้อนด้วยวิธีการนึ่ง รวมตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ทำการวัดค่าสีของหมูยอตามระบบ CIE Value วัดการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L* หรือ lightness) ค่าสีแดง (a* หรือ redness) และ ค่าสีเหลือง (b* หรือ yellowness) บันทึกค่าสีที่ได้ทำการวัดซ้ำ 3 ซ้ำ

2. วัดคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูยอ ทำการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสหมูยอ ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจำนวน 4 ตัวอย่างเทียบกับหมูยอควบคุม รวม 5 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ในการทดสอบใช้ Load Cell ขนาด 50 นิวตัน หัววัดแบบ ball เตรียมตัวอย่างที่วัดให้เป็นแท่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร กดอัดตัวอย่างให้ความยาวลดลงประมาณร้อยละ 50 ของความยาวเดิม จำนวน 3 ครั้ง (พรพาชื่นและคณะ, 2550) วัดพื้นที่ใต้กราฟของการกดอัดตัวอย่างแต่ละครั้งและคำนวณเพื่อหาค่าต่าง ๆ ดังนี้ ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถยึดเกาะ (Cohesiveness) ค่าความเป็นสปริง (Springiness) ค่าความยืดหยุ่น (Gumminess) ค่าความคงทนเมื่อเคี้ยว (Chewiness) และค่าการเกาะติดของอาหาร (Adhesiveness) ตามลำดับ

ทดสอบคุณภาพทางเคมีของหมูยอ

เพื่อตรวจสอบปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามวิธีของ AOAC (2000) โดยตัวอย่างหมูยอ จำนวนตัวอย่างละ 1 กรัม มาตรวจหาปริมาณความชื้นที่ได้ ทำซ้ำ 3 ซ้ำ คำนวณหาค่าเฉลี่ยความชื้นของหมูยอทั้ง 5 ตัวอย่าง

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟทั้ง 4 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดมาทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคต่อไป โดยวางแผนการทดสอบชิมแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คนโดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ hedonic scale 9 point (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด)

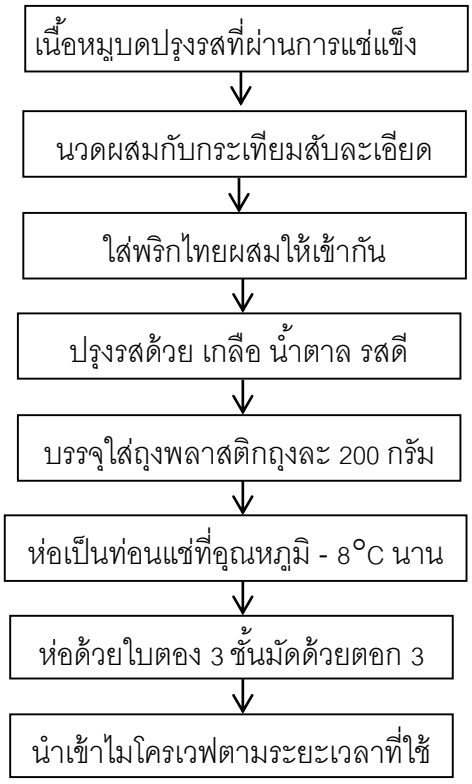
การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์หมูยอจากไมโครเวฟที่ผ่านการคัดเลือก มาทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน ใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ hedonic scale 9 point ทดสอบปัจจัยคุณภาพด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การเตรียมสูตรพื้นฐาน

ในการทดลองครั้งนี้ใช้สูตรหมูยอ ของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก โดยมีกรรมวิธีการผลิตเพื่อทดลองดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตหมูยอโดยใช้ไมโครเวฟ

ผลศึกษาระยะเวลาในการให้ความร้อนหมูยอด้วยไมโครเวฟ

จากผลการศึกษาการให้ความร้อนหมูยอโดยใช้ไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ศึกษา 2 ปัจจัย 2 ระดับ พบว่า ระยะเวลาที่กำหนดให้ทั้ง 4 สิ่งทดลอง สามารถทำให้เนื้อหมูยอสุกได้ ทั้งนี้เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนจากแหล่งพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยไมโครเวฟ จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำสูงกว่าการพาความร้อนจากลมร้อน (อัจฉรา, สุภวรรณ และยุทธนา, 2556) ที่ในการนึ่งหมูยอที่นิยมทั่วไป ส่งผลให้พลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระตุ้นให้น้ำในเนื้อวัสดุเกิดการสั่นสะเทือนแล้วเกิดความร้อนขึ้นอาหารจึงสุกได้อย่างรวดเร็วกว่า

ผลการทดสอบคุณภาพด้านกายภาพของหมูยอ

คุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์หมูยอ โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวัดค่าสีของหมูยอทั้ง 5 ตัวอย่าง เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L* หรือ lightness) ค่าสีแดง (a* หรือ redness) และ ค่าสีเหลือง (b* หรือ yellowness) พบว่า หมูยอทั้ง 5 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลงสอดคล้องกับจำนวนชิ้นตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นจะมีผล ทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น โดยหมูยอที่ใช้ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟนาน 10 นาที ใส่ตัวอย่าง 3 ชิ้น จะมีค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีค่อนข้างเหลืองออกแดงเล็กน้อย

ตารางที่ 1 คุณภาพสีของหมูยอที่วัดด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab

สิ่งทดลอง	L*	a*	b*
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 3 ชิ้น	60.96^{b}	2.51^{b}	16.81^{b}
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 5 ชิ้น	61.23^{b}	2.26^{ab}	16.47^{ab}
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 3 ชิ้น	58.09^{a}	2.13^{a}	15.27^{a}
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 5 ชิ้น	61.30^{b}	2.39^{b}	17.01^{b}
หมูยอควบคุม	57.82^{a}	2.39^{b}	15.56^{a}

หมายเหตุ : a, b, c... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูยอ จากผลการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสหมูยอ ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจำนวน 4 สิ่งทดลอง เทียบกับหมูยอควบคุม รวม 5 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) พบว่า สิ่งทดลองทั้ง 5 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันในค่าความแข็ง (Hardness) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยสิ่งทดลองที่ 3 จะมีค่าความแข็งมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนชิ้นตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์จะลดลง ในขณะที่ค่าความสามารถยึดเกาะ (Cohesiveness) ค่าความเป็นสปริง (Springiness) ค่าความยืดหยุ่น (Gumminess) ค่าความคงทนเมื่อเคี้ยว (Chewiness) และค่าการเกาะติดของอาหาร (Adhesiveness) ของทั้ง 5 สิ่งทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 คุณภาพของหมูยอเมื่อวัดด้วยเครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

สิ่งทดลอง	Hardness (kgf)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (kgf)	Chewiness (kgf.mm)	Adhesiveness (kgf.mm)
1	0.97^{ab}+0.12	0.19^{ns}+0.08	8.91^{ns}+2.76	0.18^{ns}+0.06	1.704^{ns}+0.97	0.22^{ns}+0.27
2	0.85^{ab}+0.15	0.22^{ns}+0.06	9.82^{ns}+2.05	0.18^{ns}+0.03	1.86^{ns}+0.67	0.21^{ns}+0.18
3	0.98^{ab}+0.12	0.11^{ns}+0.04	5.51^{ns}+0.87	0.11^{ns}+0.04	0.62^{ns}+0.31	0.13^{ns}+0.07
4	0.75^{b}+0.03	0.24^{ns}+0.16	10.15^{ns}+5.20	0.17^{ns}+0.11	2.20^{ns}+2.18	0.12^{ns}+0.05
5	0.93^{a}+0.05	0.11^{ns}+0.03	5.93^{ns}+0.79	0.11^{ns}+0.03	0.65^{ns}+0.24	0.10^{ns}+0.03

หมายเหตุ : a b, c... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมี

ผลตรวจสอบปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งหมด 5 สิ่งทดลอง พบว่า ความชื้นของผลิตภัณฑ์หมูยอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนชิ้นตัวอย่างลดลงค่าปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลงตามไปด้วย เนื่องจากจำนวนชิ้นตัวอย่าง ที่น้อยทำให้คลื่นไมโครเวฟ สามารถพุ่งเข้าสู่อาหารจากทุกทิศทางโดยรอบผนังเตาไมโครเวฟได้มากกว่า ทำให้โมเลกุลหรืออนุภาคของน้ำในผลิตภัณฑ์เกิดการสั่นและเสียดสีกัน ก่อให้เกิดเป็นพลังงานความร้อนทำให้อาหารสุกอย่างรวดเร็วกว่า (Sharma and Prasad, 2006)

ตารางที่ 3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของหมูยอ

สิ่งทดลอง	เปอร์เซ็นต์ความชื้นในผลิตภัณฑ์หมูยอ
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 3 ชิ้น	70.83^{ab} ± 0.27
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 5 ชิ้น	71.99^{b} ± 0.17
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 3 ชิ้น	70.08^{a} ± 0.84
หมูยอให้ความร้อน 8 นาที จำนวน 5 ชิ้น	71.29^{ab} ± 0.33
หมูยอควบคุม	71.30^{ab} ± 0.10

หมายเหตุ : a, b, c... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟทั้ง 4 สิ่งทดลอง พบว่า ผลการทดสอบทางด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์หมูยอทั้ง 4 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยสิ่งทดลองที่ 3 คือ หมูยอที่ใช้ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟนาน 10 นาที ใส่ตัวอย่าง 3 ชิ้น ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด คือ อยู่ในเกณฑ์ชอบมาก ส่วนคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูยอทั้ง 4 สิ่งทดลอง ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดสอบทางด้านค่าสี การทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัส และความชื้นของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองที่ 3 มาใช้ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (9 – point hedonic scale) ของหมูยอจากไมโครเวฟ 4 วิธีการ

สิ่งทดลอง	คุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	6.51^{ns}	6.83^{ns}	7.06^{ns}	6.66^{ns}	7.03^{ab}
2	6.40^{ns}	6.83^{ns}	6.97^{ns}	6.74^{ns}	6.94^{a}
3	6.23^{ns}	6.49^{ns}	7.29^{ns}	6.89^{ns}	7.74^{b}
4	6.40^{ns}	6.69^{ns}	7.31^{ns}	6.94^{ns}	7.20^{ab}

หมายเหตุ : a, b, c... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผลิตโดยใช้ไมโครเวฟ พบว่า มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ระหว่าง 7.7 ถึง 8.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก โดยผู้บริโภคจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หมูยอไมโครเวฟหากมีวางจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 95 และคิดว่ารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผลิตโดยไมโครเวฟ คือ บรรจุถุงพลาสติกและห่อด้วยใบตอง คิดเป็นร้อยละ 77 โดยราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์หมูยอจากไมโครเวฟบรรจุ 1 แท่ง ปริมาณ 200 กรัม คือ 40 บาท คิดเป็นร้อยละ 38 ของผู้ตอบแบบสอบถาม

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการผลิตหมูยอโดยใช้ไมโครเวฟ พบว่า สูตรที่ใช้ในการทดลองทำหมูยอโดยใช้ไมโครเวฟ คือ เนื้อหมูบดปรุงรส 91.69 % กระเทียม 6.72 % พริกไทยดำ 0.92% เกลือป่น 0.31% น้ำตาล 0.18% และรสดี 0.18 % ใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนหมูยอนาน 10 นาที และใส่หมูยอจำนวน 3 ชิ้น ๆ ละ 200 กรัม ที่กำลังไฟ 800 วัตต์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับการยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมาไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

พรพาชื่น ชูเชิด, ชมภู่ ยิ้มโต และประดิษฐ์ หนองคำไผ. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันเสริมสมุนไพรแกงเขียวหวาน. รายงานผลงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ หมูยอ. สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวง อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

อัจฉรา แซ่โค้ว, สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล และยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล. 2556. ปัจจัยของการอบแห้งด้วยแหล่งพลังงานความร้อนแบบการพาและการแผ่รังสีความร้อนที่มีต่อจลนพลศาสตร์และคุณภาพของพริกไทยดำ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 18(1), 166-180.

อำไพ สงวนแวว, อัจฉรา ดลวิทยาคุณ และสุวรรณีย์ ขยันการนาวี. 2555. เอกสารอบรมโครงการอาหารเวียดนาม. คณะวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก.

AOAC International. 2000. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (17 ed.). Gaithersburg, MD, USA : The Association of Analytical Communities.

Devece, C., Rodríguez-López, J. N., Fenoll, L. G., Tudela, J., Catalá, J. M., de los Reyes, E. and García-Cánovas, F. 1999. Enzyme Inactivation Analysis for Industrial Blanching Applications: Comparison of Microwave, Conventional, and Combination Heat Treatments on Mushroom Polyphenoloxidase Activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47, 4506-4511.

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

Gupta, R. K., Kumar, P., Sharma, A., and Patil, R. T. 2011. Color Kinetics of Aonla Shreds with Amalgamated Blanching During Drying. International Journal of Food Properties, 14(6), 1232-1240.

Koskiniemi, C. B., Truong, V.-D., Simunovic, J., and McFeeters, R. F. 2011. Improvement of heating uniformity in packaged acidified vegetables pasteurized with a 915 MHz continuous microwave system. Journal of Food Engineering, 105(1), 149-160.

Sharma, G. P., and Prasad, S. 2006. Optimization of process parameters for microwave drying of garlic cloves. Journal of Food Engineering, 75(4), 441-446.

Vadivambal, R., and Jayas, D. S. 2010. Non-uniform Temperature Distribution During Microwave Heating of Food Materials-A Review. Food and Bioprocess Technology, 3(2), 161-171.