

แบบเสนอโครงการวิจัย (Research project)

ประกอบการเสนอของบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๗ ตามมติคณะกรรมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การศึกษาและออกแบบการประยุกต์ใช้การอบด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนในกระบวนการผลิตหนังปลากระพงแห้ง

(ภาษาอังกฤษ) A Study and Design of Application for Combined Microwave and Hot-Air in Drying Seabass Skins Process.

ชื่อแผนงานวิจัย (ภาษาไทย) (กรณีเป็นโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย)

(ภาษาอังกฤษ)

ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย

โครงการวิจัยใหม่

โครงการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา...ปี ปีนี้เป็นปีที่..... รหัสโครงการวิจัย.....

I ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๕๙)

4. ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจสู่การเติบโตอย่างมีคุณภาพและยั่งยืน

4.2 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

II ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ

(พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๕๙)

ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 4 การสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนานวัตกรรมและนวัตกรรมทางการวิจัย

ก. กลยุทธ์การวิจัยที่ 1 พัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมสู่เชิงพาณิชย์

แผนวิจัยที่ 4 การวิจัยเกี่ยวกับกำรสิร้างองค์ความรู้จากการต่อยอดภูมิปัญญา ท้องถิ่นและของประเทศไทยด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการใช้ประโยชน์ใน การพัฒนาประเทศและเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

III ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2555-2559)

ยุทธศาสตร์การวิจัยด้านเทคโนโลยีใหม่และเทคโนโลยีโอลิปิดสำหรับเพื่อ
อุดสาหกรรมของประเทศไทย

IV ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายรัฐบาล

- นโยบายเร่งด่วนที่จะเริ่มดำเนินการในปีแรก : เรื่อง สนับสนุนการพัฒนางานคิดเหตุกรรมและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อการสร้างเอกลักษณ์และการผลิตสินค้าในห้องถัง
- นโยบายระยะการบริหารราชการ 4 ปี ของรัฐบาล :
 - นโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี การวิจัย และนวัตกรรม
 - เร่งพัฒนาให้ประเทศไทยเป็นสังคมที่อยู่น้ำพื้นฐานขององค์ความรู้

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

1. ผู้รับผิดชอบ [คณะผู้วิจัย บทบาทของนักวิจัยแต่ละคนในการทำวิจัย และสัดส่วนที่ทำ การวิจัย (%)] และหน่วยงาน ประกอบด้วย หน่วยงานหลักและหน่วยงานสนับสนุน

1.1 หัวหน้าโครงการ (ไทย) นายศักดิ์ชัย ตันติวัฒน์ สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 70%

(อังกฤษ) Mr. Sugchai Tantiviwat

สถานที่ติดต่อ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรังสิต

1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่ออย่าง อ.เมือง

จ.สงขลา 90000

โทรศัพท์ 088-7826442

อีเมล์ sugchai.t@rmutsv.ac.th

หน้าที่รับผิดชอบ: วางแผนการวิเคราะห์ ประเมิน ออกแบบ โครงสร้าง ถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.2 ผู้ร่วมวิจัย (ไทย) นายอรุณ สุขแก้ว สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 30%

(อังกฤษ) Mr. Arun Sukkeaw

สถานที่ติดต่อ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรังสิต

1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่ออย่าง อ.เมือง

จ.สงขลา 90000

โทรศัพท์ 084-1942744

อีเมล์ a_sukkaew@hotmail.com

หน้าที่รับผิดชอบ: วางแผนการวิเคราะห์ ประเมิน และออกแบบ โครงสร้าง

2. ประเภทการวิจัย การวิจัยพื้นฐาน

3. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ กลุ่มวิศวกรรม
อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

4. คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

วงจร ไมโครเฟฟ ลดร้อน การอบแห้ง หนังปลาสติก

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปี 2512 กรมประมง ได้เข้ามาส่งเสริมการเลี้ยงปลาสติกขาวในกระชัง ชาวเกษตรอีจีได้ยึดอาชีพการเลี้ยงปลาสติกขาวในกระชังตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา และในปัจจุบันเกษตรอีจีได้ว่า เป็นแหล่งเลี้ยงปลาสติกขาว ในกระชังที่ใหญ่ที่สุด ในประเทศไทย และเป็นแหล่งปลาสติกขาวที่อร่อยที่สุด เมื่องจากปลาสติกขาวที่เลี้ยงโดยรอบบริเวณเกษตรอีจีเป็นปลา 3 น้ำ หั้งน้ำจืด น้ำเค็มและน้ำกร่อย เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงฤดูกาล ในรอบเดือนปี จึงเป็นแหล่งปลาสติกขาวที่นิยมใช้หั้งขาวไทย และมาเลเซีย รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรม เช่น นิยมนำปลาสติกขาวที่เลี้ยงรอบเกษตรอีจี มาทำอาหาร นำเนื้อปลาส่างอกไปยังประเทศญี่ปุ่น ทำให้มีรายได้จากการขายจำนวนมาก และส่วนหนึ่งที่ได้ก่อหนังปลาสติกขาว ทางกลุ่มฯ เห็นความสำคัญของ By Products ดังกล่าวจึงได้นำมาทดลองหากแห้ง และทดสอบ จำนวนน้ำในห้องถัง จนได้รับความนิยม แพร่หลายทั่วไปและต่างประเทศ [1]

ในกระบวนการผลิต หนังปลาสติกขาวที่ดัดกร่อน ของกลุ่ม “เกษตร อี.เอ็ม.พี. โปรดักส์” มีขั้นตอนการผลิตหลักๆ อยู่ 10 ขั้นตอนดังนี้ จัดหาวัสดุคุณภาพดี ตกแต่งและทำความสะอาด หมักเครื่องปูรุ่ง ตากแห้ง ตัดหนังปลาทอดหนังปลา คุณภาพดี สำหรับหนังปลาสติกขาวที่ดัดกร่อน สะอาดเด็ดน้ำมัน อบหนังปลาสติกขาวที่ดัดกร่อน และบรรจุหีบห่อ ส่างอกจำนวนน้ำ จำกัด ตามที่กำหนด พบว่าขั้นตอนการตากแห้งเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความล้าช้ามากที่สุดในการผลิตเพื่อให้ได้เป็นผลผลิตหนังปลาสติกขาวที่ดัดกร่อน เป็นปัญหาที่กลุ่มเกษตร อี.เอ็ม.พี. โปรดักส์ ประสบอยู่จนถึงปัจจุบัน ก่อนหน้าที่ชาวบ้านที่ให้ความสนใจในการแปรรูปหนังปลาสติกขาวที่ดัดกร่อนนี้จะทำการตากแห้งของหนังปลาโดยที่สำหรับการตากแห้งโดยใช้การตากแดดกลางแจ้งนั้น ใช้เวลาในกระบวนการเป็นระยะเวลานานประมาณ 10 วัน ประกอบกับในภาคใต้ที่มีฝนตกตลอดปีผลผลิตที่จะนำส่งสู่ห้องตลาดนั้นลดลง ต่อมาได้มีการพัฒนาการอบแห้งหนังปลาสติกโดยใช้ลมร้อนช่วยในการทำให้หนังปลาสติกแห้งลงได้ อย่างไรก็ตามจากการสอบถามจากชาวบ้านและประชาชนกลุ่มของกลุ่มเกษตร อี.เอ็ม.พี. โปรดักส์ นี้ ยังchein ว่าการอบแห้งของปลาในการใช้ลมร้อนเพียงอย่างเดียว นั้นยังใช้เวลาในการอบแห้งนานพอสมควร

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเดิมที่เห็นว่าปัจจุบันมีเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามายืนยันว่า กระบวนการด้านเกษตรกรรมยังคงมีแนวโน้มที่จะสร้างเครื่องอบหนังปลาสติกด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนให้แก่ชาวบ้านกลุ่มเกษตร อี.เอ็ม.พี. โปรดักส์ โดยไมโครเวฟเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่นำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น ในด้านอุตสาหกรรมใช้ในระบบการผลิตจะใช้คันนิ่นไมโครเวฟในการผลิตความร้อนในกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น การอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งพืชผลไม้ไม่คอก ไม้ประดับ สมุนไพร การอบแห้งเชรามิค การอบแห้งกระดาษ การอบแห้งพลาสติก และฯลฯ เป็นต้น เช่นเดียวกัน

กับงานในครัวเรือน คือ การผลิตความร้อนใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบอาหารเหมือนเตาแก๊สและเตาไฟฟ้าในการอุ่นอบหรือนึ่ง [2]-[5]

เทคโนโลยีการใช้ไมโครเวฟในการผลิตความร้อนจัดได้เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง รวดเร็วรวมถึงไม่มีของเสียออกจากการกระบวนการที่ใช้เทคโนโลยีนี้ หลักการทำงานของเทคโนโลยีนี้สามารถอธิบายเพื่อความเข้าใจอย่างง่าย คือ เครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟจะให้ความร้อนกับวัสดุโดยการแผ่คลื่นที่ย่านความถี่ในไมโครเวฟผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุไม่เกลอกลุบของน้ำที่อยู่ในวัสดุจะดูดซับพลังงานของคลื่นที่ผ่านเข้าไปชี้งไม่เกลอกลุบของน้ำเป็นโมเดลคลื่นที่มีข้อไฟฟ้า คือ มีประจุบวกและประจุลบที่ต่างกันข้าม เมื่อคลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านเข้าไปโมเดลคลื่นเหล่านี้จะถูกเหนี่ยวนำและหมุนข้ามเพื่อปรับเรียงตัวตามสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของคลื่นเป็นสนามที่เปลี่ยนแปลงตลอดไปมาจึงส่งผลให้ไม่เกลอกลุบเหล่านี้หมุนคลับไปกลับมาทำให้เกิดเป็นความร้อนขึ้น น้ำจึงกลายเป็นไอน้ำออกจากวัสดุ ไอน้ำจะถอยตัวสู่ด้านบนหากต้องการให้วัสดุแห้งจะต้องดูดไอน้ำนี้ออกแต่หากไม่ดูดออกวัสดุจะถูกนึ่งหรือต้มด้วยน้ำภายในชั้นวัสดุเองจึงทำให้เตาอบไมโครเวฟสามารถนำไปใช้งานในครัวเรือนได้อย่างแพร่หลาย

อย่างไรก็ได้การนำเตาอบไมโครเวฟมาใช้งานทางด้านวิศวกรรม จำเป็นต้องมีการพัฒนาองค์ความรู้ในด้านสมบัติของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไป จากการใช้คลื่นไมโครเวฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านคุณภาพของผลผลิต วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เน้นทำการศึกษาทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสม ในกระบวนการผลิตหนังปลาโดยใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน เพื่อให้ได้หนังปลาที่มีคุณภาพรวมถึงการวิเคราะห์การควบคุมชุดต้นแบบเครื่องอบด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนในกระบวนการผลิตหนังปลาจะพึงด้วยนวัตกรรมจากผลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการทำเครื่องจักรที่ควบคุมแบบอัตโนมัติจากโครงการบริการวิชาการ ที่มีการพัฒนาจากเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์และการนำแนวทางจากการบริการวิชาการทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ประยุกต์ใช้ในการดำเนินการค่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านระบบควบคุมให้แก่ชุมชน รวมถึงการใช้พัลส์งานและต้นทุนที่ใช้ในการผลิต เพื่อเป็นแนวทางให้แก่ชุมชนในการพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องเตาอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนในเชิงพาณิชย์ต่อไป

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

6.1 เพื่อศึกษาการออกแบบวงจรรวมไมโครเวฟที่สามารถส่งคลื่นไมโครเวฟสำหรับการอบหนังปลาจะพึงด้วยมีประสิทธิภาพ

6.2 เพื่อศึกษาตัวประกอบเวลาระหว่างการอบด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

6.3 เพื่อศึกษาการดูดคลื่นไมโครเวฟของหนังปลาจะพึง

6.4 เพื่อออกแบบเครื่องอบด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมลมร้อนที่เหมาะสมกับการอบหนังปลาจะพึง

6.5 เพื่อนำเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ประยุกต์ใช้กับเครื่องอบด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมลมร้อนที่เหมาะสมกับการอบหนังปลาจะพึง

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของหนังปلاสติกหลังจากการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อน

7.2 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการอบหนังปلاสติกเพื่อหาการควบคุมที่เหมาะสม

8. ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

8.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

8.1.1 ทฤษฎีการให้ความร้อนของคลื่นไมโครเวฟ

คลื่นไมโครเวฟมีความถี่อยู่ในช่วง 300 MHz ถึง 300 GHz ซึ่งเป็นช่วงความถี่หนึ่งในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีสมการที่ใช้อธิบายพฤติกรรมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือสมการของแมกไวล์ (Maxwell's equations)

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\vec{\nabla} \bullet \vec{D} = \rho_v \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \bullet \vec{B} = 0 \quad (4)$$

แต่ความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการอัตราการ ระหว่างคลื่นไมโครเวฟ กับวัสดุที่ต้องการอบ โดยส่วนของ สนามไฟฟ้าจะทำให้มีเลกูลของน้ำเกิดโพราไรเซชันทำให้ค่า Dielectric permittivity ของวัสดุได้อิเล็กทริกเจียนได้ตามสมการ (5)

$$\epsilon = \epsilon_0 (\epsilon_r + j\epsilon_i) = \epsilon_0 (\epsilon_r + j\frac{\sigma}{\omega\epsilon_0}) \quad (5)$$

ในการอธิบายถึงความร้อนที่เกิดขึ้นจากคลื่นไมโครเวฟ จะถูกอธิบายด้วยค่า loss tangent

$$\tan \delta = \frac{\epsilon_i}{\epsilon_r} \quad (6)$$

โดยที่ loss tangent ที่เกิดขึ้นภายในวัสดุจะสัมพันธ์กับกำลังเป็นไปตามสมการ

$$P = \omega \epsilon_r \epsilon_0 \tan \delta |E_i|^2 \quad (7)$$

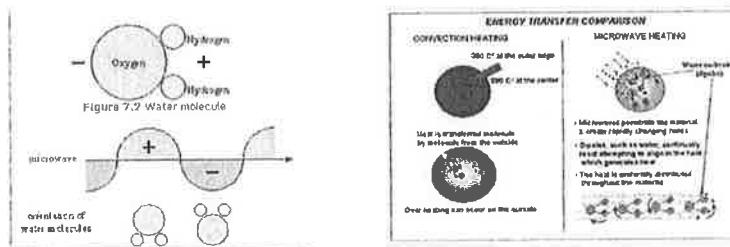
โดยที่ E_i คือ ค่าสนามไฟฟ้าภายในวัสดุ

พบว่าในการให้กำลังความร้อนแก้วัสดุ จะมีความสัมพันธ์กับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในเชิงแปรผันโดยตรง จึงเห็นว่าถ้าต้องการกำลังความร้อนที่สูงขึ้นเพียงแต่เพิ่มความถี่ แต่ในทางปฏิบัติจะมีค่าตัวแปรที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่เราจำเป็นต้องนำมาพิจารณาด้วยเสมอคือค่า Penetration depth (D)

$$D = \frac{0.225\lambda}{\sqrt{\epsilon_r} \sqrt{\sqrt{1+\tan^2 \delta} - 1}} \quad (8)$$

8.1.2 การทำงานของคลื่นไมโครเวฟ

ไมโครเวฟ เป็นสสารของพลังงานไฟฟ้า และพลังงานแม่เหล็กอยู่ด้วยกัน จึงจัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง มีการแผ่รังสีเหมือนแสง แต่มีพลังงานน้อยกว่า เคลื่อนที่ในรูปแบบคลื่น ดังนั้น ไมโครเวฟจึงสะท้อนไปมา ถูกส่งผ่านหรือดูดกลืนได้โดยขึ้นกับสารที่ไมโครเวฟทำปฏิกิริยาด้วยหลักการทำงานอาศัยน้ำ เพราะน้ำเป็นโมเลกุลชนิดมีขั้นบวกที่ปลายด้านหนึ่ง โมเลกุลของน้ำในอาหารจะจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ เมื่อปิดเครื่อง ทำให้เกิดไมโครเวฟในเตาอบ โมเลกุลของน้ำจะเริ่มดูดกลืนไมโครเวฟ สามารถของไมโครเวฟจะเกิดการสั่นเป็นจำนวนล้านๆครั้ง ใน 1 วินาที ขณะเดียวกัน โมเลกุลของน้ำสั่นไปด้วยพร้อมๆกับเปลี่ยนตำแหน่งของโมเลกุลน้ำ ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของโมเลกุลให้เป็นระเบียบมากขึ้น การที่โมเลกุลของน้ำสั่นอย่างมากนี้ ทำให้มีความร้อนร้อนเกิดขึ้น



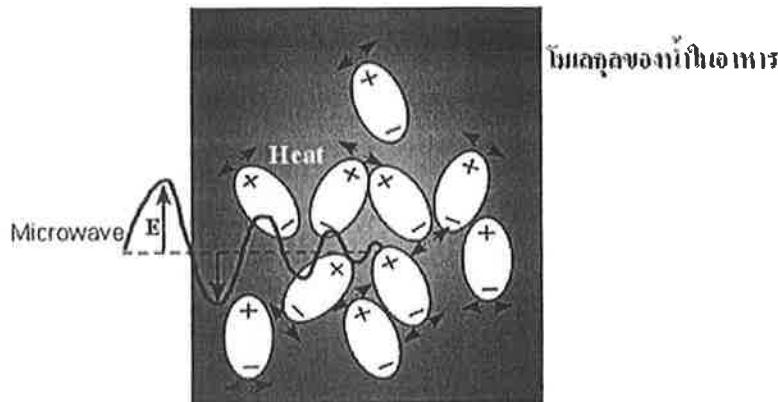
รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงพลังให้เกิดความร้อน

8.1.2 คลื่นไมโครเวฟและการให้ความร้อนกับวัสดุ

คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งซึ่งมีความยาวคลื่นระหว่าง 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร โดยเมื่อนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมาเรียงกันตามความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน จะได้แผนภาพที่เรียกว่าスペกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic spectrum) โดยคลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างคลื่นวิทยุ และคลื่นอินฟราเรด คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นและความถี่ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในกระบวนการเก็บกับอาหาร เช่นการต้ม การนึ่ง และการทำแห้ง

คลื่นไมโครเวฟถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับเตารถในสมัยสหภาพโซเวียตที่สอง เนื่องจากมันจะสะท้อนได้ดีที่ผิวของโลหะ ประกอบกับคลื่นไมโครเวฟเคลื่อนที่ในอากาศด้วยความเร็วเท่ากับแสง ดังนั้นเตารถจึงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมากในการตรวจจับเครื่องบินของฝ่ายศัตรู สำหรับการนำคลื่นไมโครเวฟไปใช้ในการให้ความร้อนกับอาหารเพื่อการทำให้สุก หรือการทำแห้ง นั้น สามารถทำได้เนื่องจากเมื่อคลื่นไมโครเวฟเคลื่อนที่เข้าไปในวัสดุต่างๆที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่มีความเป็นขั้ว หรือโมเลกุลที่ประจุบวกและประจุลบมีการกระจำตัวไม่สม่ำเสมอ โมเลกุลเหล่านี้จะมีการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงกระทำจากสนามไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟ การที่คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นที่มีความถี่สูง ซึ่งความถี่ของคลื่นไมโครเวฟสำหรับใช้ในกระบวนการให้ความร้อนอาหารจะเท่ากับ 2.45 GHz ดังนั้นสนามไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟจะมีการสั่นสะเทือน 2,450 ล้านครั้งต่อวินาที เมื่อโมเลกุลของน้ำซึ่งเป็นโมเลกุลมีขั้วที่มีจำนวนมากที่สุดในอาหารอยู่ภายใน ให้อิทธิพลของสนามไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟ มันจะพยายามหมุนตามการสั่นสะเทือนของสนามไฟฟ้า ที่จะทำให้เกิดการชนกันระหว่างโมเลกุลหรือเกิดแรงเสียดทานภายในโมเลกุลของน้ำนั่นเอง การชนกันดังกล่าวจะ

ทำให้เกิดเป็นความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว ปรากฏการณ์การเกิดความร้อนดังกล่าวเหมือนกับการเกิดความร้อนเมื่อนำเอา กิ่งไม้แห้งสองอันมาถูกัน รูปที่ 2 แสดงการตอบสนองของโมเลกุลน้ำเมื่อได้รับคลื่นไมโครเวฟ

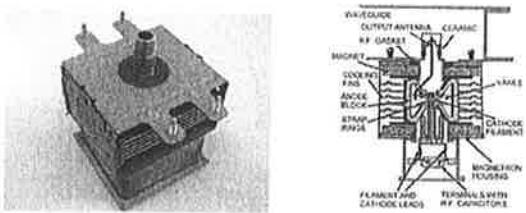


รูปที่ 2 การดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟแล้วเกิดความร้อน

9. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

9.1 แมgnีตรอน

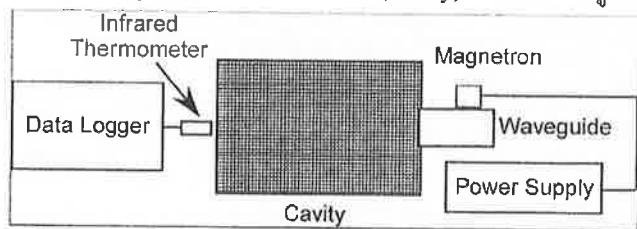
ในการอบหนังปลากระพงโดยใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อให้ได้ปลาแห้งที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดนั้นจะต้องทราบเงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบ เช่น กำลังของคลื่นไมโครเวฟ การถ่ายเทความร้อนและความชื้นในเตาอบ และในตัวปลาเป็นต้นคลื่นไมโครเวฟที่ใช้ในการให้ความร้อนกับอาหารสามารถผลิตได้ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า แมgnีตรอน(Magnetron) ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบสำคัญของเตาไมโครเวฟดังรูปที่ 3 แมgnีตรอนเป็นอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดคลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ 2.45 GHz มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย ไส้หลอด(Filament) คากาโทด(Cathode)ซึ่งเป็นขี้าดิจ้าวนึงของไส้หลอด และถูกบรรจุอยู่ในช่องสูญญากาศซึ่งส่วนของผนังรอบๆ จะทำหน้าที่เป็นขี้าอาโนด(Anode) คลื่นไมโครเวฟที่ถูกกำเนิดขึ้นจะถูกส่งออกมายังอันtenna ในการทำงานของแมgnีต رونนั้นแมgnีตรอนจะถูกจ่ายด้วยไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำประมาณ 3-4 โวลต์ กระแส 10 แอมเปอร์ ที่ไส้หลอด ซึ่งจะทำให้ไส้หลอดร้อนและปล่อยอิเลคตรอนออกมานะ เมื่อจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงมากกว่า 4,000 โวลต์ไปที่ขี้าดิจ้าวนึงของไส้หลอดซึ่งทำหน้าที่เป็นคากาโทดเทียบกับขี้าอาโนด ก็จะทำให้อิเลคตรอนถูกบังกับให้เคลื่อนที่ภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กดาวร ซึ่งจะทำให้แมgnีตรอนสามารถปล่อยคลื่นไมโครเวฟออกมายได้ โดยที่ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟจะถูกกำหนดด้วยโครงสร้างภายในช่องสูญญากาศระหว่างขี้าคากาโทดกับขี้าอาโนดให้เท่ากับ 2.45 GHz



รูปที่ 3 แมกนีตرونและโครงสร้างของแมกนีตرون

9.2 การออกแบบระบบการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ในการอบปลาแห้งโดยใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อให้ได้ปลาแห้งที่มีคุณภาพ ดังนี้
เพื่อเป็นการศึกษาเงื่อนไขดังกล่าวว่างั้น ให้ออกแบบและสร้างระบบอบปลาแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟซึ่ง
ประกอบด้วยส่วนหลักๆ คือส่วนกำเนิดคลื่นด้วยแมกนีตرون ส่วนการจ่ายและควบคุมการกำลังความ
ต่างศักย์สูง ส่วนท่อนำคลื่น(Waveguide) และส่วนเตาอบ(cavity) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระบบการสร้างโครงสร้างในการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ

10. เอกสารอ้างอิง

1. เกาะข้อ ท.เอ็ม.พี โปรดักส์ (ออนไลน์). (2545). สืบค้นจาก :

<http://www.thaitambon.com/tambon/tsmedesc.asp?ID=900106&SME=03918145158>

[20 มีนาคม 2556]

2. L. Reynolds, The history of the microwave oven, *Microwave World*, Vol. 10, 1989.
3. R.V. Decareau, *Microwave in the food processing industry*, Academic Press Inc. 1985
4. G. Roussy and J.A. Pearce, *Foundations and Industrial Applications of Microwaves and Radio Frequency Fields*, John Wiley & Sons, 1995.
5. John M, Osepchuk, "A History of Microwave Heating Application," *IEEE transactions on microwave theory and technique*, vol MTT-32, No.9, pp. 1200-1224, September 1984.

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

11.1 สามารถนำผลงานวิจัยไปตีพิมพ์เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการ วารสารวิชาการในระดับชาติและระดับนานาชาติ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้นักวิจัยและผู้ที่สนใจนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาหรือใช้ประโยชน์ต่อไป

11.2 สามารถนำโครงสร้างที่ออกแบบเพื่อเป็นสื่อการเรียนสำหรับนักศึกษาในการวิเคราะห์ออกแบบได้หลากหลายโดยโครงสร้าง และยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นงานวิจัยต่อไปในอนาคต

16. งบประมาณของโครงการวิจัย

16.1 รายละเอียดงบประมาณการวิจัย จำแนกตามงบประเภทต่าง ๆ [ปีงบประมาณที่เสนอขอ (พนวก 6)]

แผนงบประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับปีงบประมาณ 2557

รายการ	งบประมาณ พ.ศ.2557 (บาท)
1. งบบุคลากร	
- ค่าตอบแทนนักวิจัย (10% ของบดำเนินการ)	2,500
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน ค่าใช้สอยและวัสดุ	
2.1.1 ค่าตอบแทน	-
2.1.2 ค่าใช้สอย	
- ค่าบริการการใช้เครื่องมือวัด	1,000
- ค่าจ้างเหมาพิมพ์งานและเข้าเล่มรายงาน	1,000
- ค่าจ้างสร้างชิ้นงาน	2,000
2.1.3 ค่าวัสดุ	
- ค่าวัสดุในการเผยแพร่และการถ่ายทอดสู่ชุมชน	2,000
- ค่าวัสดุในการสร้างโครงสร้างเครื่องอบ	8,000
- ค่าวัสดุในภาคส่งกำลังไฟฟ้า	2,000
- ค่าวัสดุในภาคส่งความถี่ไมโครเวฟ	5,000
- ค่าวัสดุในภาคอบด้วยลมร้อน	4,000
2.2 ค่าสาธารณูปโภค (10% ของบดำเนินการ)	
ค่าโทรศัพท์ – โทรศัพท์ - ค่าไฟยานพาณิชย์ ค่าน้ำ – ค่าไฟ	2500
3. ค่างบลงทุน	
-	
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	30,000

หมายเหตุ : ทุกรายการขอถวายตามที่จ่ายจริง

16.2 รายละเอียดงบประมาณการวิจัย จำแนกตามงบประเภทต่าง ๆ ที่เสนอขอ ในแต่ละปี [กรณีเป็นโครงการวิจัยที่มีระยะเวลาดำเนินการวิจัยมากกว่า 1 ปี (พนวก 9)]

16.3 งบประมาณการวิจัยที่ได้รับจัดสรรในแต่ละปีที่ผ่านมา (กรณีเป็นโครงการวิจัย ต่อเนื่องที่ได้รับอนุมัติให้ทำการวิจัยแล้ว)

17. ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยสามารถช่วยให้ชาวบ้านหรือนักศึกษา และนักวิจัยที่สนใจในการออกแบบ
เครื่องของบด้วยความถี่ไมโครเวฟร่วมกับกลุ่มร้อนน้ำ สามารถสร้างและออกแบบเครื่องของบด้วยความถี่
ไมโครเวฟร่วมกับกลุ่มร้อนรวมถึงการซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

18. โครงการวิจัย 1 ปี

19. คำชี้แจงอื่น ๆ (ถ้ามี)

20. ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย พร้อมวัน เดือน ปี

ลายเซ็น

สูงศักดิ์ ตันติวิวัฒนา

(นายศักดิ์ชัย ตันติวิวัฒนา)

หัวหน้าโครงการวิจัยฯ

๖๔ พฤษภาคม ๒๕๖๘

ส่วน C : ประวัติคณาจารย์วิจัย

1. ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) | นายศักดิ์ชัย ตันติวิวัฒนา |
| ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) | Mr.Sugchai Tantiviwat |
| 2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน | 1 8013 00024 25 0 |
| 3. ตำแหน่งปัจจุบัน | อาจารย์ |
| 4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ ^{ไฟร์} เมลล์อีเมลล์ (e-mail) | คณบดีคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
1 ต.ราชดำเนินนอก ต.ป้อบาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000
โทรศัพท์ 083-6142373
โทรสาร -
อีเมลล์ sugchai.t@rmutsv.ac.th , tsugchai@hotmail.com |

คณบดีคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1 ต.ราชดำเนินนอก ต.ป้อบาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000

โทรศัพท์ 083-6142373

โทรสาร -

อีเมลล์ sugchai.t@rmutsv.ac.th , tsugchai@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ การศึกษา	ระดับ ปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา
2549	ตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมไฟฟ้า	โทรคมนาคม	มหาวิทยาลัย วลัยลักษณ์
2553	โท	ค.อ.ม.	ไฟฟ้า	อิเล็กทรอนิกส์	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- การพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

- การออกแบบวงจรรวมไมโครเวฟ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำกริจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน
(อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

1. Sugchai Tantiviwat, Jongrak Samart, and Somsak Akatimagool. "A novel narrow band bandpass filter using capacitively loaded coupled line for microwave communication system," The 1st International Conference on Technical Education (ICTE 2009), King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, 2010.
2. Sugchai Tantiviwat, Thanat Nonthaputha, and Rattapon Jeenawong. "A Study for Design of Quasi-Elliptic Bandpass Filters With Multiorder spurious-Mode Suppression Using Tri-Section Stepped-Impedance Resonators," The 4th KKU International Engineering Conference , Kosa Hotel , Khon Kaen, 2012.
3. Thanat Nonthaputha and Sugchai Tantiviwat. "A prototype mobile jammer," The 4th KKU International Engineering Conference , Kosa Hotel , Khon Kaen, 2012.

สัญญารับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเงินอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วันที่ ๒๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

สัญญานี้ทำขึ้นระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ซึ่งต่อไปนี้ในสัญญาระบุว่า

“ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่งกับ

นาย / นาง / นางสาว.....ศักดิ์ชัย.....นามสกุล.....ต้นติวัฒน์.....

ตำแหน่ง.....อาจารย์.....สังกัด.....คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี.....

บัตรประจำตัวข้าราชการเลขที่.....-.....อายุ.....๓๐.....ปี สัญชาติ.....ไทย.....

ทั้งบ้านเรือนอยู่ ณ เลขที่...๒๒๗/๑๙.....ตรอก / ซอย.....ถนน.....พานิชย์สัมพันธ์.....

ตำบล / แขวง.....บางพระ.....อำเภอ / เขต.....ปากพนัง.....จังหวัด.....นครศรีธรรมราช.....

หมายเลขโทรศัพท์.....๐๘ ๓๖๑๔ ๒๓๗๗.....

ซึ่งต่อไปนี้ในสัญญาระบุว่า “ผู้รับทุน” อีกฝ่ายหนึ่ง

คู่สัญญาตกลงกันดังต่อไปนี้

ข้อ ๑. ผู้ให้ทุน ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปีงบประมาณ....๒๕๖๗.....จำนวน...๓๐,๐๐๐.....บาท (.....สามหมื่นบาทถ้วน.....)

แก่ผู้รับทุนเพื่อวิจัยเรื่อง

ชื่อโครงการ(ภาษาไทย).....การศึกษาและออกแบบการประยุกต์ใช้การอบด้วยไมโครเวฟ

ร่วมกับลมร้อนในกระบวนการผลิตหนังปลากระพงแห้ง

ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ)..... A Study and Design of Application for Combined Microwave and Hot-Air in Drying Seabass Skins Process.....

โดยมีระยะเวลาดำเนินการ....๑๒.....เดือน นับตั้งแต่วันที่...๑.....เดือน...ตุลาคม....พ.ศ...๒๕๖๖.....

ถึงวันที่....๓๐.....เดือน.....กันยายน.....พ.ศ. ...๒๕๖๗.....

ข้อ ๒. การเบิกจ่ายเงินทุนอุดหนุนการวิจัย ให้เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ว่าด้วยการใช้จ่ายเงินอุดหนุนเพื่อการวิจัย พ.ศ. ๒๕๕๒ ผู้ให้ทุนจะจ่ายเงินให้กับผู้รับทุนเป็นงวด ๆ ตามที่กำหนดไว้ในแผนการใช้จ่ายเงินในการดำเนินการวิจัย (แบบ วจ.๑๑) ที่ได้รับอนุมัติจากหน่วยงานต้นสังกัด แล้วตามเอกสารแนบท้ายสัญญา ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญานี้

ข้อ ๓. ผู้รับทุนต้องให้จ่ายเงินทุนอุดหนุนที่ได้รับตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสัญญา และระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ว่าด้วยการใช้จ่ายเงินประเภทเงินอุดหนุนทั่วไป พ.ศ. ๒๕๕๒

ข้อ ๔. ผู้รับทุนต้องดำเนินการวิจัยตามโครงการในทันที นับแต่วันที่ระบุไว้ในข้อ ๑ ของสัญญา ถ้าหากผู้รับทุนมิได้เริ่มดำเนินการภายใน ๓๐ (สามสิบ) วันนับจากวันดังกล่าว ผู้ให้ทุนมีสิทธิยกเลิกสัญญาได้ผู้รับทุนจะต้องดำเนินการวิจัยตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้ในแบบ วจ.๑๑ ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญานี้ หากเกิดปัญหา อุปสรรคไม่สามารถดำเนินการวิจัยได้ หรือมีความจำเป็นจะต้องแก้ไขเปลี่ยนหัวหน้าโครงการ

ผู้ร่วมโครงการ แผนงานหรือวิธีการใด ๆ ผู้รับทุนต้องเสนอผู้ให้ทุนทราบ เพื่อพิจารณาขอแก้ไขเปลี่ยนแปลงภายในกำหนด ๓๐ (สามสิบ) วันนับแต่วันทราบเหตุ

กรณีผู้รับทุนไม่สามารถดำเนินการวิจัยตามโครงการวิจัยให้แล้วเสร็จภายในกำหนดเวลาตามข้อ ๑ ผู้รับทุนต้องซึ่งแจงเหตุผล สภาพปัจจุบัน และระบุระยะเวลาที่ขออนุมัติขยาย ซึ่งไม่เกินวันทำการสุดท้ายของปีงบประมาณถัดไป พร้อมทั้งเสนอแผนการใช้จ่ายเงินในการดำเนินการวิจัย (แบบ วจ.๑๑) และแผนการดำเนินงาน (แบบ วจ.๓๑) ที่ปรับปรุงใหม่ ต่อผู้ให้ทุนเพื่อพิจารณา โดยให้ยื่นเป็นหนังสือขออนุมัติขยายเวลา ก่อนวันสิ้นสุดโครงการไม่น้อยกว่า ๓๐ (สามสิบ) วัน

ข้อ ๕. กรณีที่ผู้รับทุนประสงค์จะขออยุบเลิกโครงการวิจัย ให้ทำรายงานสรุปผลการดำเนินการจนถึงวันที่หยุดดำเนินการ และสรุปยอดจำนวนเงินที่รับไปและจำนวนเงินที่จ่ายไปแล้วทั้งสิ้น พร้อมแจ้งเหตุผลปัจจุบัน อุปสรรคที่ไม่อาจดำเนินการโครงการต่อไปได้ให้หัวหน้าหน่วยงานต้นสังกัดทราบ ภายในสิบห้าวันนับจากวันที่หยุดดำเนินการ

หากผู้ให้ทุนพิจารณาเห็นว่า การขออยุบเลิกโครงการของผู้รับทุนไม่มีเหตุผลอันสมควรผู้รับทุนต้องนำหลักฐานการจ่ายและเงินอุดหนุนโครงการวิจัยที่ได้รับไปแล้วทั้งสิ้น พร้อมครุภัณฑ์ ที่ดิน สิ่งก่อสร้าง และดอกผล (ถ้ามี) ส่งคืนหน่วยงานภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่ได้รับแจ้งผลพิจารณาจากผู้ให้ทุน เว้นแต่ผู้ให้ทุนเห็นว่าปัจจุบันอุปสรรคในการขออยุบเลิกโครงการมีเหตุผลอันสมควร ให้ผู้รับทุนคืนเงินเฉพาะส่วนที่รับไปแล้วและยังไม่ได้จ่ายนับแต่วันขออยุบเลิกโครงการ พร้อมครุภัณฑ์ ที่ดินสิ่งก่อสร้าง และดอกผล (ถ้ามี) แก่ผู้ให้ทุน

ข้อ ๖. ผู้รับทุนจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ว่าด้วยการใช้จ่ายเงินอุดหนุนเพื่อการวิจัย พ.ศ. ๒๕๕๒ และถือว่าระเบียบดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

ข้อ ๗. ครุภัณฑ์หรือสิ่งก่อสร้างที่ได้รับอนุมัติจัดหาเพื่อใช้ในโครงการวิจัย เมื่อดำเนินการจัดหาเรียบร้อยแล้ว ผู้รับทุนต้องแจ้งรายละเอียดรายการ มูลค่าที่จัดหา วันเดือนปีที่ได้มา ต่อหัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุเพื่อควบคุมตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ และเมื่อสิ้นสุดการดำเนินงานโครงการวิจัยแล้ว ผู้รับทุนต้องส่งมอบครุภัณฑ์หรือสิ่งก่อสร้างให้หัวหน่วยงานต้นสังกัดเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

ข้อ ๘. ผู้รับทุนพร้อมที่จะให้ผู้ให้ทุนหรือผู้แทนของผู้ให้ทุนเข้าติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงานวิจัยได้ตามแผนและระยะเวลาที่หน่วยงานกำหนด

ข้อ ๙. กรรมสิทธิ์ในผลงานวิจัยให้เป็นของผู้ให้ทุน ส่วนผลประโยชน์ที่จะเกิดจากการขายลิขสิทธิ์หรือถ่ายทอดเทคโนโลยีของผลงานวิจัย ให้เป็นไปตามระเบียบที่ผู้ให้ทุนกำหนด

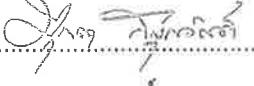
ข้อ ๑๐. ในการโฆษณาเผยแพร่ผลงานวิจัยหรือข้อมูลข่าวสารอันเกี่ยวกับผลงานวิจัยในสิ่งพิมพ์ หรือสื่ออื่นใด ผู้รับทุนจะต้องระบุข้อความ “ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย” และ “ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป” และส่วนหนึ่งของสิ่งที่ได้โฆษณาเผยแพร่ให้ผู้ให้ทุนจำนวน ๑ (หนึ่ง) ชุดด้วย

ข้อ ๑๑. ผู้ให้ทุนมีสิทธิ์ยกเลิกสัญญานี้ได้ หากผู้รับทุนฝ่าฝืนหรือมิได้ปฏิบัติหน้าที่ความรับผิดชอบในข้อใดข้อหนึ่งตามที่ระบุในสัญญา หรือมีพฤติกรรมที่เห็นได้ว่าผู้รับทุนไม่สามารถดำเนินการตาม

โครงการวิจัยให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือระยะเวลาที่ได้รับการขยาย โดยผู้ให้ทุนจะมีหนังสือแจ้งให้ผู้รับทุนทราบและถือว่าการบอกรเลิกสัญญา จะมีผลในวันที่ผู้รับทุนได้รับหนังสือบอกรเลิก

ข้อ ๑๗. เมื่อมีการบอกรเลิกสัญญางามข้อ ๑๑ ผู้รับทุนจะต้องส่งหลักฐานการจ่ายที่ได้ใช้จ่ายไปก่อนวันบอกรเลิกสัญญา และรายงานผลการวิจัยเท่าที่ได้ดำเนินการไปแล้ว พร้อมทั้งคืนเงินวิจัยที่ได้รับไปทั้งหมด พร้อมครุภัณฑ์ สิ่งก่อสร้าง และดอกผล (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ให้ทุน เว้นแต่กรณีที่เป็นเหตุสุดวิสัย หรือเป็นเหตุใด ๆ อันเนื่องมาจากความผิดหรือความบกพร่องของผู้ให้ทุน หรือมีพฤติกรรมอันใดอันหนึ่งที่คุ้สัญญาไม่ต้องรับผิดชอบ ให้ผู้รับทุนคืนเงินทุนอุดหนุนวิจัยส่วนที่รับไปแล้ว และยังมิได้จ่ายหลังจากวันที่บอกรเลิกสัญญา รวมทั้งครุภัณฑ์ สิ่งก่อสร้าง และดอกผล (ถ้ามี) แก่ผู้ให้ทุน

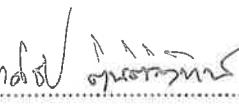
สัญญานี้ทำขึ้น ๒ ฉบับ มีข้อความถูกต้องตรงกัน คุ้สัญญาทั้งสองฝ่ายได้อ่านและเข้าใจข้อความ ในสัญญานี้โดยตลอด จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญ และต่างเก็บไว้ฝ่ายละฉบับ

ลงชื่อ..........ผู้ให้ทุน

(รองศาสตราจารย์มุกดา สุขสวัสดิ์)

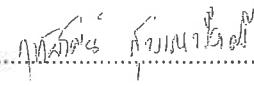
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

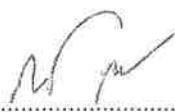
ลงชื่อ..........ผู้รับทุน

(นายศักดิ์ชัย ตันติวิทาน)

หัวหน้าโครงการ

ลงชื่อ..........พยาน

(นางสาวฤทัยรัตน์ สุวรรณเรืองศรี)

ลงชื่อ..........พยาน

(นายณัชพร รัตนภรณ์)