

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่/1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.1 มะเร็งคืออะไร.....ใน.....	1
1.2 ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดมะเร็งปอด ส่วนใหญ่พบร่วมกับการสูบบุหรี่.....	1
1.3 อาการของมะเร็งปอด อาการที่พบบ่อย.....	1
1.4 การวินิจฉัย.....	2
1.5 มะเร็งปอดมีกี่ชนิด.....	3
1.6 การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาทำลายเซลล์มะเร็งที่ปอด.....	4
1.7 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....ใน.....	7
1.8. ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	7
1.9 วัตถุประสงค์.....	7
บทที่/2 หลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์.....	8
2.1 บทนำ.....	8
2.2 การวิเคราะห์ทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	8
2.3 โหมดสำหรับการเดินทางของคลื่น (Wave Propagation Mode).....	19
2.4 สนามไฟฟ้าในช่องว่างวัสดุ (Electric Fields in Material Space).....	22
2.5 สายส่งไมโครเวฟและท่อนำคลื่น (Microwave Transmission Line and Wave Guides).....	34
2.6 สมการความร้อนในทางชีววิทยา (The Bio-heat Equation).....	36
2.7 พื้นฐานการกระจายความร้อนภายในเนื้อเยื่อ.....	37
2.8 หลักการของเงื่อนไขขอบเขตที่ใช้ในการจำลอง.....	38
บทที่/3 ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์.....	41
3.1 บทนำ.....	41
3.2 ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method).....	41
3.3 กระบวนการแก้ปัญหาด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์.....	43
3.4 พื้นฐานสมการทางด้านสนามแม่เหล็กไฟฟ้า.....	46
3.5 วิเคราะห์สนามแม่เหล็กที่ความถี่สูง.....	48
3.6 สมการความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอุณหภูมิต.....	48

3.7 การประยุกต์ใช้วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์.....	50
บทที่/4 ผลการทดลอง.....	51
4.1 แบบจำลองสายอากาศในเนื้อเยื่อปอด.....	51
บทที่/5 สรุปผลการทดลอง.....	56
บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง.....	57
ภาคผนวก.....	
ภาคผนวก ก.....	
ภาคผนวก ข.....	
ประวัตินักวิจัย.....	

#### หมายเหตุ

1. ชื่อหัวข้อและจำนวนบทสามารถปรับให้สอดคล้องกับงานวิจัยได้ตามความเหมาะสมของงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์/ด้านสังคมศาสตร์
2. เครื่องหมาย / หมายถึง การเว้นวรรค 1 ระยะตัวอักษร

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แพทย์กำลังส่องกล้อง.....	2
1.2 เครื่องมือในการวินิจฉัย.....	2
1.3 รูปแบบการรักษาด้วยโพรบนำคลื่น.....	5
1.4. สายอากาศและตัวเครื่องระบบไมโครเวฟ.....	6
1.5 ภาพการรักษาโดยการสอดสายอากาศนำคลื่นไมโครเวฟเข้าสู่ร่างกายเพื่อทำลายมะเร็ง.....	6
2.1 (ก) การเคลื่อนที่ของคลื่นในโหมดสนามแม่เหล็กตัดขวาง(TM mode).....	20
2.1 (ข) การเคลื่อนที่ของคลื่นในโหมดสนามไฟฟ้าตัดขวาง (TE mode).....	21
2.1 (ค) การเคลื่อนที่ของคลื่นในโหมดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตัดขวาง(TEM mode).....	21
2.2 ภาคตัดขวางของตัวกลางไดอิเล็กทริกโพลาริซซ์.....	23
2.3 (ก) ขอบเขตระหว่างไดอิเล็กทริกกับไดอิเล็กทริก.....	26
2.3 (ข) ขอบเขตระหว่างไดอิเล็กทริกกับไดอิเล็กทริก.....	26
2.4 ขอบร่วมระหว่างสองตัวกลาง.....	27
2.5 การหักเหของ $E$ หรือ $D$ ที่ขอบเขตระหว่างไดอิเล็กทริกกับไดอิเล็กทริก.....	30
2.6 (ก) ขอบเขตระหว่างตัวนำไฟฟ้ากับไดอิเล็กทริก.....	31
2.6 (ข) ขอบเขตระหว่างตัวนำไฟฟ้ากับไดอิเล็กทริก.....	31
2.7 การกลั่นกรองไฟฟ้าสถิต.....	32
2.8 ขอบเขตระหว่างตัวนำไฟฟ้ากับอากาศว่าง.....	33
2.9 (ก) สายส่งสัญญาณโหมด TEM (TEM transmission lines).....	34
2.9 (ข) สายส่งสัญญาณโหมด (Multi-mode transmission lines).....	34
2.10 ท่อนำคลื่นแบบต่างๆ.....	36
2.11 กราฟแสดงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อเซลล์มะเร็ง.....	38
2.12 แสดงลักษณะของสายอากาศแบบโคแอกเชียลในเนื้อเยื่อทดสอบ.....	38
2.13 แสดงโครงสร้างของสายอากาศแบบสล็อตโคแอกเชียล.....	39
2.14 แสดงจุดจ่ายกำลังงานคลื่นไมโครเวฟให้กับสายอากาศ.....	39
2.15 แสดงบริเวณที่เป็นขอบเขตต่อเนื่อง.....	40
3.1 แสดงแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ถูกแบ่งออกเป็นเอลิเมนต์และโหนด.....	42
3.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์.....	44
3.3 รูปแบบจำลองชิ้นงานและรูปแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์.....	44
3.4 รูปแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของกระดูก.....	50
4.1 แบบจำลองสายอากาศที่สอดในเนื้อเยื่อปอดโดยสายอากาศที่เลือกใช้ในการจำลองเป็นแบบสล็อต.....	51
4.2 แสดงแบบจำลองสายอากาศที่สอดในเนื้อเยื่อปอดโดยการแบ่งแบบจำลองออกเป็นเอลิเมนต์ย่อยๆ.....	51
4.3 (ก) แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิ $50^{\circ}\text{C}$ ภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจเข้า.....	52

4.3 (ข) แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิ 50 °C ภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจออก.....	52
4.4 (ก) กราฟการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจเข้า.....	52
4.4 (ข) กราฟการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจออก.....	52
4.5 (ก) แบบจำลองการกระจายตัวความเข้มของแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้าสู่เนื้อเยื่อปอดขณะหายใจเข้า.....	53
4.5 (ข) แบบจำลองการกระจายตัวความเข้มของแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้าสู่เนื้อเยื่อปอดขณะหายใจออก.....	53
4.6 (ก) กราฟการกระจายตัวความเข้มของแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้าสู่เนื้อเยื่อปอดขณะหายใจเข้า.....	53
4.6 (ข) กราฟการกระจายตัวความเข้มของแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้าสู่เนื้อเยื่อปอดขณะหายใจออก.....	53
4.7 (ก) แสดงปริมาณการทำลายเซลล์มะเร็งที่อุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจเข้า.....	54
4.7 (ข) แสดงปริมาณการทำลายเซลล์มะเร็งที่อุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจออก.....	54
4.8 (ก) กราฟแสดงปริมาณการทำลายเซลล์มะเร็งที่อุณหภูมิ 50 °C เทียบกับเวลา ขณะหายใจเข้า.....	54
4.8 (ข) กราฟแสดงปริมาณการทำลายเซลล์มะเร็งที่อุณหภูมิ 50 °C เทียบกับเวลา ขณะหายใจออก.....	54
4.9 (ก) แบบจำลองแสดงทิศทางการถ่ายเทความร้อนที่ออกจากสายอากาศแบบสล็อตเข้าสู่เนื้อเยื่อปอดขณะหายใจเข้า.....	54
4.9 (ข) แบบจำลองแสดงทิศทางการถ่ายเทความร้อนที่ออกจากสายอากาศแบบสล็อตเข้าสู่เนื้อเยื่อปอดขณะหายใจออก.....	54
4.10 (ก) แบบจำลองแสดงทิศทางการถ่ายเทความร้อนภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจเข้า.....	55
4.10 (ข) แบบจำลองแสดงทิศทางการถ่ายเทความร้อนภายในเนื้อเยื่อปอดขณะหายใจออก.....	55