

## สารบัญ

## หน้า

|   |     |
|---|-----|
| บทคัดย่อ  | (3) |
| Abstract  | (4) |
| กิตติกรรมประกาศ   | (5) |
| สารบัญ  | (6) |
| รายการภาพประกอบ   | (9) |
| บทที่   |     |
| 1. บทนำ   | 1   |
| 1.1 บทนำตั้งเรื่อง  | 1   |
| 1.2 การตรวจเอกสาร   | 3   |
| 1.3 วัตถุประสงค์  | 11  |
| 2. ทฤษฎี  | 12  |
| 2.1 การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย                                 | 12  |
| 2.1.1 การตรวจสอบด้วยอัลตราโซนิก                           | 12  |
| 2.1.2 การตรวจสอบด้วยการถ่ายภาพรังสี                       | 13  |
| 2.1.3 การตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก                        | 13  |
| 2.1.4 การตรวจสอบสารแทรกซึม                                | 14  |
| 2.2 เทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีให้มีคุณภาพดี                | 14  |
| 2.2.1 ความคมชัดของภาพบนแผ่นฟิล์ม                          | 14  |
| 2.2.2 ความดำของภาพบนแผ่นฟิล์ม                             | 20  |
| 2.2.3 ความแตกต่างระหว่างความขาวและความดำของภาพบนแผ่นฟิล์ม | 23  |
| 2.2.4 ความผิดเพี้ยนของภาพบนแผ่นฟิล์ม                      | 25  |
| 2.3 การดูคลื่นรังสีเอกซ์ของสสาร                           | 29  |

## สารบัญ(ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| 3. วัสดุและวิธีการวิจัย  | 30   |
| 3.1 วัสดุ  | 30   |
| 3.2 อุปกรณ์  | 31   |
| 3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย  | 34   |
| 3.3.1 ศึกษาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ การจัดวางผลไม้<br>และการล้างฟิล์มเอ็กซเรย์                                       | 34   |
| 3.3.2 หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอ็กซเรย์ส้ม โขกุน   | 35   |
| 3.3.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจริงต่อพื้นที่<br>กับเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจากฟิล์มต่อพื้นที่                   | 36   |
| 3.3.4 หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอ็กซเรย์มังคุด  | 39   |
| 3.3.5 หาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความเป็นเนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่<br>กับเปอร์เซ็นต์ความเป็นเนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่ | 40   |
| 4. ผลและการอภิปรายผล   | 41   |
| 4.1 ผลการศึกษาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ การจัดวางผลไม้<br>และการล้างฟิล์มเอ็กซเรย์                                    | 41   |
| 4.2 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอ็กซเรย์ส้ม โขกุน  | 44   |
| 4.3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจริงต่อพื้นที่<br>กับเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจากฟิล์มต่อพื้นที่                | 46   |

## สารบัญ(ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| 4.4 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอ็กซเรย์มัจจุค  | 48   |
| 4.5 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความเป็นเนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่<br>กับเปอร์เซ็นต์ความเป็นเนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่ | 51   |
| 5. บทสรุป   | 53   |
| บรรณานุกรม  | 57   |
| ภาคผนวก   | 61   |
| ประวัติผู้เขียน   | 66   |

## รายการภาพประกอบ

| ภาพประกอบ  | หน้า |
|--|------|
| 1.1 การกระเจิงของรังสีเอกซ์จากอิลีกตรอนในอะตอม   | 4    |
| 1.2 ปฏิกิริยาการที่รังสีเอกซ์ทำปฏิกิริยากับอะตอม   | 4    |
| 1.3 การเกิดการกระเจิงแบบคอมพ์ตัน   | 5    |
| 2.1 การเปรียบเทียบขนาดของโฟกัส   | 15   |
| 2.2 การเปรียบเทียบระยะทางจากโฟกัสมายังฟิล์ม  | 16   |
| 2.3 การเปรียบเทียบระยะจากวัตถุมายังฟิล์ม   | 17   |
| 2.4 การคำนวณหาขนาดเงาขยายของภาพ  | 18   |
| 2.5 การเกิดภาพเหลือม   | 19   |
| 2.6 การเปรียบเทียบความเข้มของแสงโดยใช้กฎกำลังสองผกผัน                                      | 22   |
| 2.7 การเปรียบเทียบภาพที่มีขนาดผิดไปจากของจริงเนื่องจาก OFD                                 | 25   |
| 2.8 การเปรียบเทียบภาพที่มีขนาดผิดไปจากของจริงเนื่องจาก FFD                                 | 26   |
| 2.9 การคำนวณหาการขยายของภาพ  | 27   |
| 2.10 การดูคลื่นรังสีเอกซ์ของสสาร   | 29   |
| 3.1 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์รุ่น Lumix 65   | 32   |
| 3.2 ฟิล์มเอ็กซ์เรย์แบบล้างด้วยมือ  | 32   |
| 3.3 ฟิล์มเอ็กซ์เรย์แบบอัตโนมัติ  | 33   |
| 3.4 เครื่อง Densitometer รุ่น Model GS-700 Imaging   | 33   |
| 3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ฟิล์มเอ็กซ์เรย์   | 38   |
| 4.1 การจับวางสัมช็อก โดยให้จุดตั้งฉากกับระนาบของฟิล์มและให้จุดขนานกับระนาบของฟิล์ม         | 42   |
| 4.2 การใช้ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากันคือ 100 เซนติเมตร แต่เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีต่างกัน | 44   |
| 4.3 การใช้เวลาในการฉายรังสีเท่ากันคือ 0.1 วินาที แต่ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มต่างกัน          | 45   |

## รายการภาพประกอบ(ต่อ)

| ภาพประกอบ  | หน้า |
|--|------|
| 4.4 ความคมชัดของภาพบนฟิล์มเหมือนกันแต่เงื่อนไขที่เหมาะสมต่างกัน  | 45   |
| 4.5 ภาพเอ็กซ์เรย์สัมพันธ์กับเมื่อใช้โปรแกรม Imaging Analysis v 5.10 วิเคราะห์  | 46   |
| 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจริงกับเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจากฟิล์ม ที่เงื่อนไขเวลาที่ใช้ในการฉายรังสีเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 100 เซนติเมตร   | 47   |
| 4.7 การใช้ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากันคือ 80 เซนติเมตร แต่เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีต่างกัน  | 48   |
| 4.8 การใช้เวลาในการฉายรังสีเท่ากันคือ 0.1 วินาที แต่ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มต่างกัน  | 49   |
| 4.9 แสดงความคมชัดของภาพบนฟิล์มเหมือนกันแต่เงื่อนไขที่เหมาะสมต่างกัน  | 49   |
| 4.10 อาการยางไหลของผลมังกูด(บริเวณภายในเส้นประ)  | 50   |
| 4.11 ภาพเอ็กซ์เรย์มังกูดเมื่อใช้โปรแกรม Imaging Analysis v 5.10 วิเคราะห์  | 51   |
| 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจริงกับเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจากฟิล์ม ที่เงื่อนไขเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจาก โฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 80 เซนติเมตร | 52   |