

บทที่ 4

ผลและการอภิปราย

ในบทนี้เป็นการแสดงผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัยของข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งได้จากการศึกษาและทดลอง โดยเสนอผลการวิจัยตามลำดับที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ดังต่อไปนี้

- 4.1 ผลการศึกษาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ การจัดวางผลไม้ และการล้างฟิล์ม
 - 4.1.1 ผลการศึกษาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์
 - 4.1.2 ผลการศึกษาการจัดวางผลไม้
 - 4.1.3 ผลการศึกษาการล้างฟิล์มเอ็กซ์เรย์
- 4.2 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์ส้มโชกุน
- 4.3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจากฟิล์มต่อพื้นที่
- 4.4 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์มังคุด
- 4.5 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่

4.1 ผลการศึกษาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ การจัดวางผลไม้ และการล้างฟิล์มเอ็กซ์เรย์

4.1.1 ผลการศึกษาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์

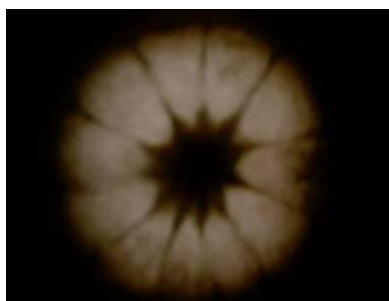
เมื่อได้ศึกษาจากทฤษฎีในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อให้ได้ขนาดภาพใกล้เคียงขนาดของวัตถุและมีความคมชัดของรายละเอียดของภาพ ควรใช้ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์ม(FFD)ยาว ซึ่งเครื่องฉายรังสีเอกซ์ของห้องแลปนั้นสามารถปรับเปลี่ยนระยะโฟกัสมายังฟิล์มได้ตั้งแต่ 50 ถึง 100 เซนติเมตร โดยระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะกล่าวถึงในตอนต่อไป และระยะวัตถุมายังฟิล์ม(OFD)สั้นที่สุดเพื่อจะเกิดผลดีกับข้อถัดไป

2. การป้องกันการเกิดภาพไหว ผู้วิจัยจึงเลือกตั้งวัตถุไว้บนฟิล์มเพื่อให้วัตถุนั้นอยู่นิ่ง
3. เนื่องจากเครื่องฉายรังสีเอกซ์ของห้องแลปนั้น มีศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าคงที่ ดังนั้นการเลือกใช้เวลาในการถ่ายจึงเป็นเงื่อนไขที่สามารถควบคุมปริมาณรังสีที่จะทำปฏิกิริยากับฟิล์มได้ โดยระยะเวลาที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะกล่าวถึงในตอนต่อไป

4.1.2 ผลการศึกษาการจัดวางผลไม้

ผลจากการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ของส้มโชกุนทั้ง 2 แบบ คือ วางจุกให้ตั้งฉากกับระนาบของฟิล์มเอ็กซเรย์ และวางจุกให้ขนานกับระนาบของฟิล์มเอ็กซเรย์ เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดวางผลไม้ให้ง่ายต่อการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Color Analysis V.5.10 พบว่าภาพบนฟิล์มเอ็กซเรย์ของส้มโชกุนที่วางจุกตั้งฉากกับระนาบของฟิล์มเอ็กซเรย์ สามารถทำการวิเคราะห์ได้ง่ายกว่าภาพบนฟิล์มเอ็กซเรย์ของส้มโชกุนที่วางจุกขนานกับระนาบของฟิล์มเอ็กซเรย์ ดังภาพประกอบที่ 4.1



ก. จุกตั้งฉากกับระนาบของฟิล์ม



ข. จุกขนานกับระนาบของฟิล์ม

ภาพประกอบที่ 4.1 การจัดวางส้มโชกุน โดยให้จุกตั้งฉากกับระนาบของฟิล์มและให้จุกขนานกับระนาบของฟิล์ม

จากภาพประกอบที่ 4.1 พบว่าแกนกลางของส้อมโซกุนรูป ข. จะทำให้เกิดปัญหาในการวิเคราะห์ เนื่องมาจากว่าบริเวณสีดำที่ปรากฏบนฟิล์มเอ็กซ์เรย์ โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ว่าเป็นฟาม ดังนั้นการจัดวางส้อมโซกุนในลักษณะเช่นเดียวกับรูป ข. จะส่งผลให้การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความฟามผิดไป จึงสรุปได้ว่าการจัดวางผลไม้เพื่อให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง ควรจัดวางผลไม้ในลักษณะเช่นเดียวกับรูป ก.

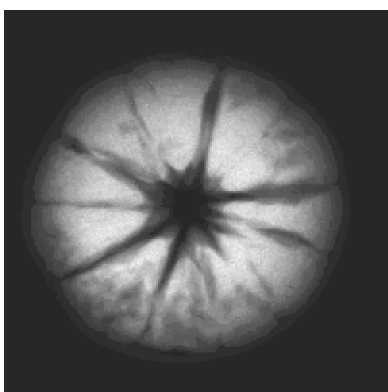
4.1.3 ผลการศึกษาการล้างฟิล์ม

ผลจากการทดลองพบว่า การล้างฟิล์มด้วยมือ นั้นต้องอาศัยความชำนาญเป็นอย่างสูง เพื่อให้ฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่ล้างแล้วนั้นมีมาตรฐานเดียวกัน เนื่องมาจากว่าการล้างฟิล์มแต่ละครั้งประสิทธิภาพของน้ำยาจะลดลงเสมอ ดังนั้นเพื่อให้ฟิล์มเอ็กซ์เรย์มีมาตรฐานเดียวกันเวลาในการล้างครั้งต่อ ๆ ไป จึงต้องเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งส่งผลให้ใช้เวลานานในการล้างฟิล์ม ถึงอย่างไรก็ตามฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่ได้ก็ยังมีปัญหาเรื่องของคราบน้ำยาที่ล้างออกไม่หมด ส่งผลให้ฟิล์มเอ็กซ์เรย์เกิดรอยดำของคราบน้ำยา ซึ่งเป็นปัญหาต่อการวิเคราะห์ฟิล์มเอ็กซ์เรย์ด้วยโปรแกรม Color Analysis V.5.10

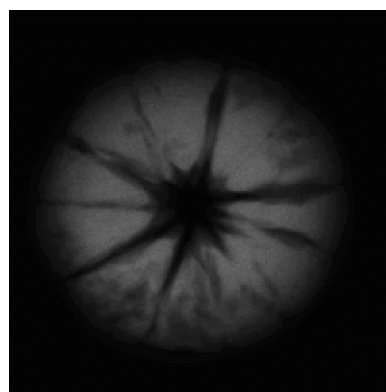
แต่ปัญหาเหล่านี้ได้รับการแก้ไขด้วยการใช้เครื่องล้างฟิล์มแบบอัตโนมัติ ซึ่งฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่ได้จะมีมาตรฐานเดียวกันมากขึ้น เนื่องจากในการล้างแต่ละครั้งเครื่องจะมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำยา อีกทั้งเครื่องยังคำนวณประสิทธิภาพของน้ำยาที่ลดลงของการล้างฟิล์มแต่ละครั้ง และจะทำการเติมน้ำยาเพิ่มเพื่อรักษาประสิทธิภาพของน้ำยาให้เหมือนเดิมทุก ๆ ครั้งที่ล้างฟิล์มเอ็กซ์เรย์ ทำให้ภาพที่ปรากฏบนฟิล์มเอ็กซ์เรย์ง่ายต่อการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการล้างฟิล์มเอ็กซ์เรย์ให้ได้มาตรฐานเดียวกัน ควรใช้เครื่องล้างฟิล์มแบบอัตโนมัติ

4.2 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอกซเรย์สัมพันธ์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวแปร 2 ตัว คือ เวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพ และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มซึ่งจะสัมพันธ์กับขนาดของลำรังสีเอกซ์ ซึ่งความคมชัดของภาพที่ได้นั้นมีหลายเงื่อนไขดังแสดงให้ต่อไปนี้

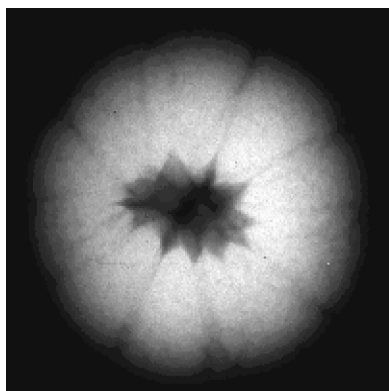


ก.เวลาในการฉายรังสี 0.2 วินาที

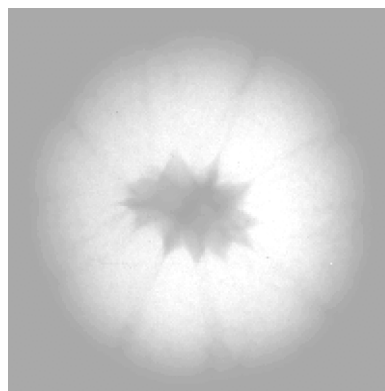


ข.เวลาในการฉายรังสี 0.5 วินาที

ภาพประกอบที่ 4.2 การใช้ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากันคือ 100 เซนติเมตร แต่เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีต่างกัน

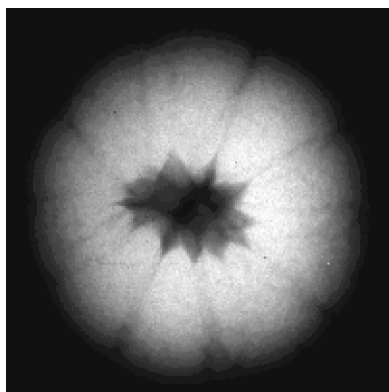


ก.ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 60 เซ็นติเมตร

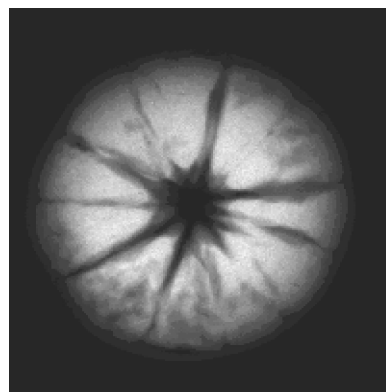


ง.ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 100 เซ็นติเมตร

ภาพประกอบที่ 4.3 การใช้เวลาในการฉายรังสีเท่ากันคือ 0.1 วินาที แต่ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มต่างกัน



จ. ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 60 เซ็นติเมตร
และเวลาในการฉายรังสี 0.1 วินาที



ฉ.ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 100 เซ็นติเมตร
และเวลาในการฉายรังสี 0.2 วินาที

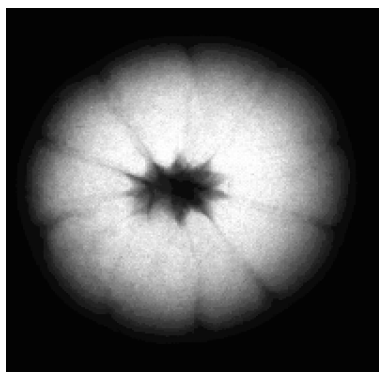
ภาพประกอบที่ 4.4 ความคมชัดของภาพบนฟิล์มเหมือนกันแต่เงื่อนไขที่เหมาะสมต่างกัน

แต่ที่ผู้วิจัยได้ตัดสินใจเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมนั้นนอกจากคำนึงถึงตัวแปรข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยยังได้คำนึงถึงอายุการใช้งานของหลอดรังสีเอกซ์และการลดค่าใช้จ่ายด้วย โดยเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพน้อยจะทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของหลอดรังสีเอกซ์ และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มที่ควรถ่ายภาพสัมพันธ์กันได้ครั้งละ 2 ผล

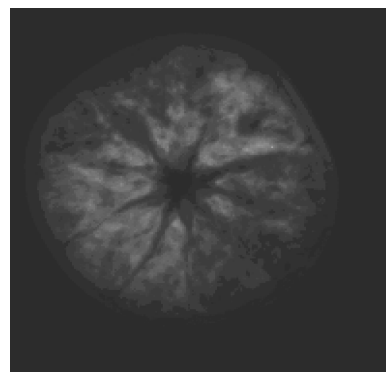
ดังนั้นเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ของสัมพันธ์ของสัมพันธ์คือ เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 100 เซนติเมตร

4.3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจากฟิล์มต่อพื้นที่

ในตอนนี้จะแสดงผลจากการเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสม ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ของสัมพันธ์ของสัมพันธ์โดยเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 100 เซนติเมตร ของสัมพันธ์ของสัมพันธ์จำนวน 120 ผล โดยแสดงตัวอย่างภาพเอ็กซเรย์สัมพันธ์ของสัมพันธ์เมื่อใช้โปรแกรมวิเคราะห์ที่ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความฟ้าม 0 เปอร์เซ็นต์ และ 92.37 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำผลการทดลองมาเขียนกราฟดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.5 ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามจากฟิล์มต่อพื้นที่

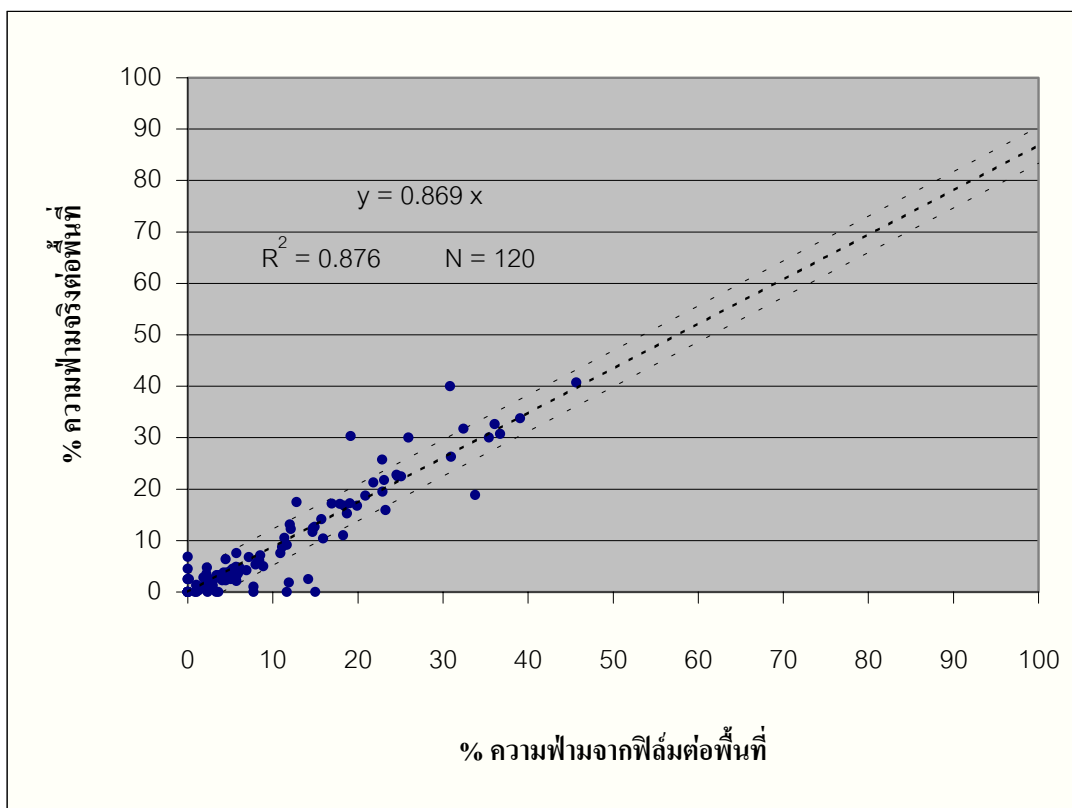


ก. เปอร์เซ็นต์ความฟ้าม 0 เปอร์เซ็นต์



ข. เปอร์เซ็นต์ความฟ้าม 92.37 เปอร์เซ็นต์

ภาพประกอบที่ 4.5 ภาพเอ็กซเรย์สัมพันธ์ของสัมพันธ์เมื่อใช้โปรแกรม Imaging Analysis v 5.10 วิเคราะห์



ภาพประกอบที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความฟามจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์ความฟามจากฟิล์มต่อพื้นที่ ที่เงื่อนไขเวลาที่ใช้ในการฉายรังสีเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 100 เซนติเมตร

เห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความฟามจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์ความฟามจากฟิล์มต่อพื้นที่ของจำนวนข้อมูล $N = 120$ จากการทดลองพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างกันแบบเชิงเส้น ตามสมการ

$$Y = 0.869X$$

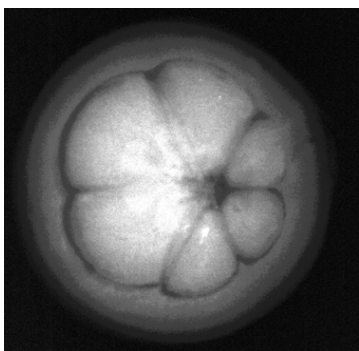
เมื่อ Y คือ เปอร์เซ็นต์ความฟามจริงต่อพื้นที่

X คือ เปอร์เซ็นต์ความฟามจากฟิล์มต่อพื้นที่

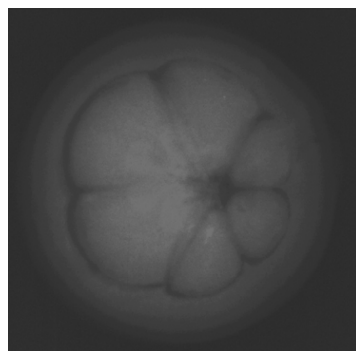
โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นแนวโน้มเท่ากับ $\pm 3.537\%$

4.4 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอกซเรย์มิ่งคูด

การวิจัยตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวแปร 2 ตัว คือ เวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพ และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มซึ่งจะสัมพันธ์กับขนาดของลำรังสีเอกซ์ ซึ่งความคมชัดของภาพที่ได้นั้นมีหลายเงื่อนไขดังแสดงให้ต่อไปนี้

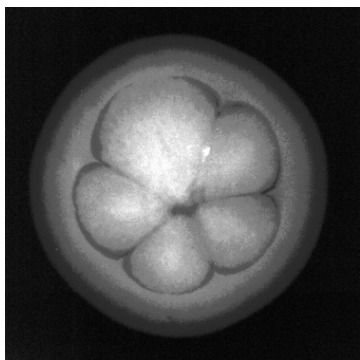


ก.เวลาในการฉายรังสี 0.2 วินาที



ข.เวลาในการฉายรังสี 0.3 วินาที

ภาพประกอบที่ 4.7 การใช้ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากันคือ 80 เซนติเมตร แต่เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีต่างกัน

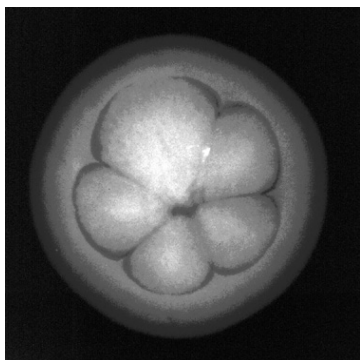


ค.ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 50 เซ็นติเมตร

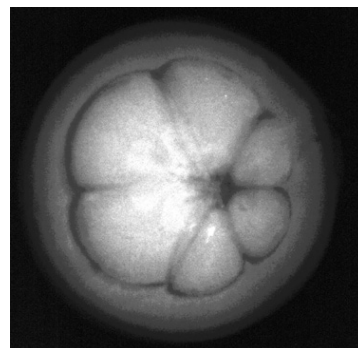


ง.ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 90 เซนติเมตร

ภาพประกอบที่ 4.8 แสดงการใช้เวลาในการฉายรังสีเท่ากันคือ 0.1 วินาที แต่ระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มต่างกัน



จ. ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 50 เซ็นติเมตร
และเวลาในการฉายรังสี 0.1 วินาที



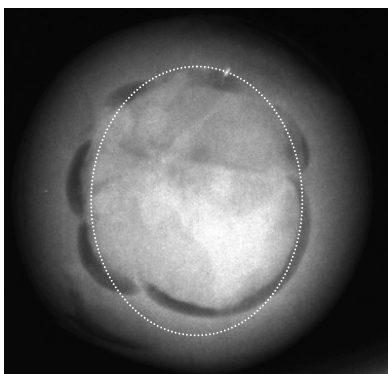
ฉ.ระยะโฟกัสมายังฟิล์ม 80 เซ็นติเมตร
และเวลาในการฉายรังสี 0.2 วินาที

ภาพประกอบที่ 4.9 ความคมชัดของภาพบนฟิล์มเหมือนกันแต่เงื่อนไขที่เหมาะสมต่างกัน

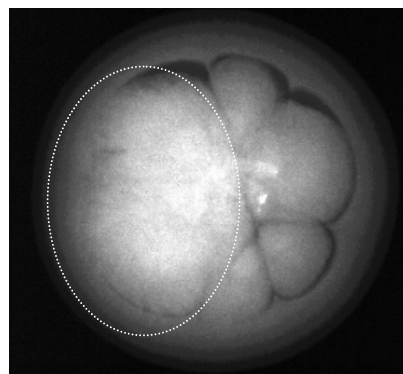
แต่ที่ผู้วิจัยได้ตัดสินใจเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมนั้นนอกจากคำนึงถึงตัวแปรข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยยังได้คำนึงถึงอายุการใช้งานของหลอดรังสีเอกซ์และการลดค่าใช้จ่ายด้วย โดยเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพน้อยจะทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของหลอดรังสีเอกซ์ และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มที่ควรถ่ายภาพม้งคุดได้ครั้งละ 2 ผล

ดังนั้นเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ของม้งคุด คือ เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 80 เซ็นติเมตร

จากการทดลองนี้นอกจากสามารถวิเคราะห์เนื้อแก้วจากฟิล์มเอ็กซเรย์ได้แล้ว ยังสามารถวิเคราะห์อาการยางไหลของม้งคุดได้ด้วย โดยพบว่าหากม้งคุดมีอาการยางไหลนั้นกกลีบของม้งคุดจะรวมกันทำให้ไม่เห็นรอยต่อของกกลีบหรือมีม้งคุดมีกกลีบไม่สมบูรณ์ และบางครั้งอาจทำให้เนื้อม้งคุดติดกับเปลือกด้วย ดังภาพประกอบที่ 4.10



ก.อาการยางไหลทั้งผล

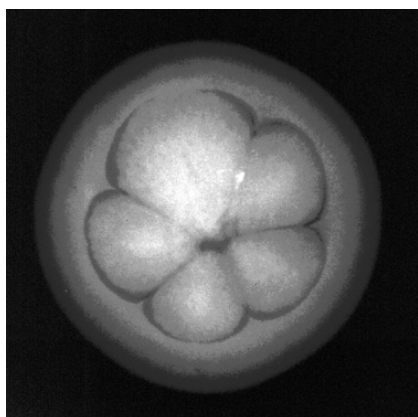


ข.อาการยางไหลบางส่วนและเนื้อติดเปลือก

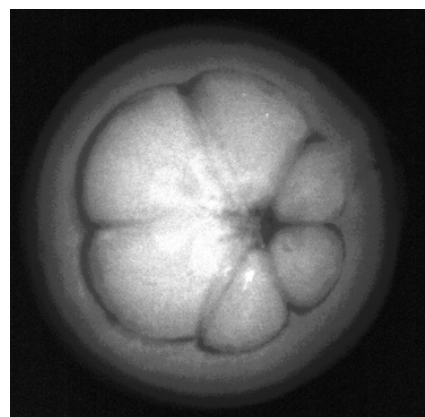
ภาพประกอบที่ 4.10 อาการยางไหลของผลม้งคุด (บริเวณภายในเส้นประ)

4.5 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่

ในตอนนี้จะแสดงผลจากการเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ของมังกุด โดยเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 80 เซนติเมตร ของมังกุดจำนวน 120 ผล โดยแสดงตัวอย่างภาพเอ็กซเรย์มังกุดเมื่อใช้โปรแกรมวิเคราะห์ที่ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเนื้อแก้ว 0 เปอร์เซ็นต์ และ 67.68 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำผลการทดลองมาเขียนกราฟผลการทดลองแสดงในภาพประกอบที่ 4.12 ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่

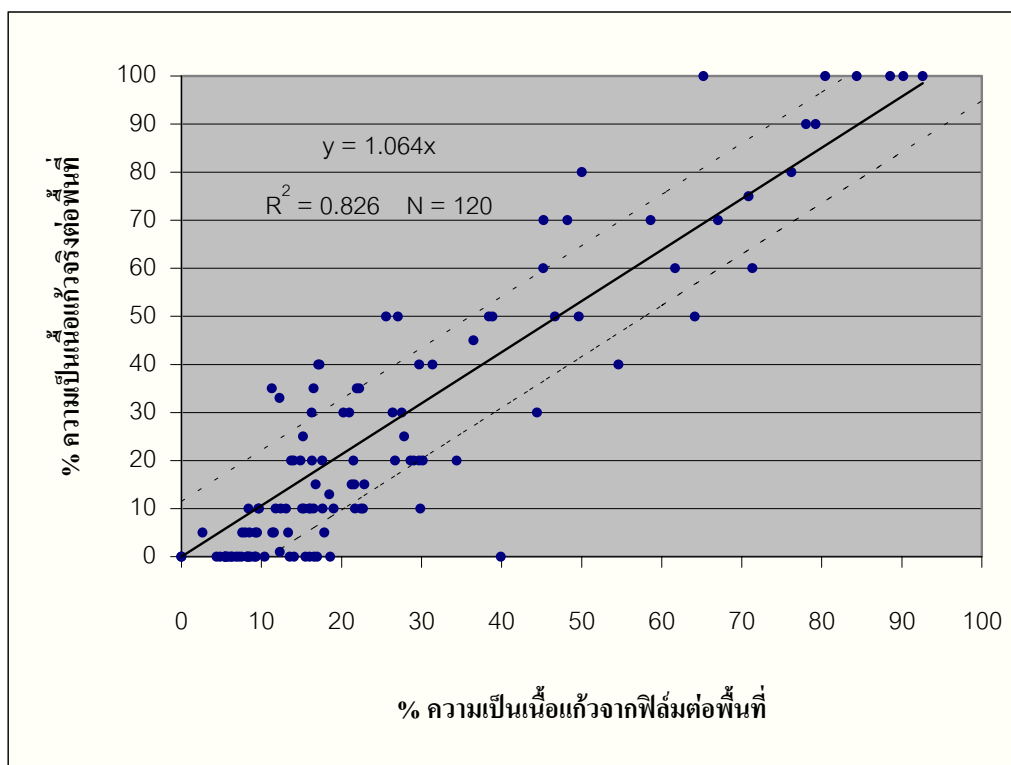


ก. เปอร์เซ็นต์ความเป็นเนื้อแก้ว
0 เปอร์เซ็นต์



ข. เปอร์เซ็นต์ความเป็นเนื้อแก้ว
67.68 เปอร์เซ็นต์

ภาพประกอบที่ 4.11 ภาพเอ็กซเรย์มังกุดเมื่อใช้โปรแกรม Imaging Analysis v 5.10 วิเคราะห์



ภาพประกอบที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่ ที่เงื่อนไขเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพเท่ากับ 0.2 วินาที และระยะจากโฟกัสมายังฟิล์มเท่ากับ 80 เซนติเมตร

เห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่ของจำนวนข้อมูล $N = 120$ จากการทดลองพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างกันแบบเชิงเส้นตามสมการ

$$Y = 1.064 X$$

เมื่อ Y คือ เปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจริงต่อพื้นที่

X คือ เปอร์เซ็นต์เนื้อแก้วจากฟิล์มต่อพื้นที่

โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นแนวโน้มเท่ากับ $\pm 11.55\%$