

197

การพัฒนาแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลินบลู สำหรับการวัดรังสีปริมาณสูง



นางธัญจิรา บุญพิชญากา

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-878-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

116448670

DEVELOPMENT OF POLYVINYL ALCOHOL- METHYLENE BLUE FILMS FOR
HIGH RADIATION DOSE MEASUREMENT



Mrs. Thunjira Boonpichayapha

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-878-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลู สำหรับการวัด
รังสีปริมาณสูง
โดย นางธัญจิรา บุญพิชญาภา
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้ เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสูรธรรม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)

.....
(น.ส.ศิริรัตน์ พิรมนตรี)

.....
(อาจารย์อรรถพร ภัทรสมันต์)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

อัญจิรา บุญพิชฌาภา : การพัฒนาแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลู สำหรับการวัดรังสี
ปริมาณสูง (DEVELOPMENT OF POLYVINYL ALCOHOL-METHYLENE BLUE FILMS FOR
HIGH RADIATION DOSE MEASUREMENT) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล,
73 หน้า. ISBN 974-632-878-6

จากการศึกษาพบว่า สัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมฟิล์มสำหรับการวิจัยนี้คือ ละลาย
โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 12 กรัม และเมทิลีนบลู 25 มิลลิกรัม ด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 90
องศาเซลเซียส ได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ความยาว
คลื่น 663 นาโนเมตร ที่ปริมาณรังสีแกมมาต่าง ๆ กัน จากผลการวิจัยพบว่า การดูดกลืนแสงของฟิล์มนี้
ที่ความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร จะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อปริมาณรังสีดูดกลืนมีค่าเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลง
ค่าการดูดกลืนแสงต่อหน่วยความหนาฟิล์ม ($\Delta A/t$) จะสัมพันธ์กับปริมาณรังสีดูดกลืนเป็นเส้นตรง ในช่วง
ปริมาณรังสี 3-20 กิโลเกรย์ กล่าวคือจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณรังสีดูดกลืนสูงขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษา
เสถียรภาพของฟิล์มที่ผลิตขึ้นก่อนและหลังการฉายรังสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....
สาขาวิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....
ปีการศึกษา 2538.....

ลายมือชื่อนิสิต.....อัญจิรา บุญพิชฌาภา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C318104 : MAJOR MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: POLYVINYL ALCOHOL-METHYLENE BLUE/HIGH RADIATION DOSE

THUNJIRA BOONPICHAYAPHA : DEVELOPMENT OF POLYVINYL ALCOHOL-METHYLENE BLUE FILMS FOR HIGH RADIATION DOSE MEASUREMENT. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SIRIWATTANA BUNCHORNDEHAVAKUL, M.Eng. 73 pp. ISBN 974-632-878-6

Film composition of 12 g. polyvinyl alcohol and 25 mg. methylene blue dissolving in 500 ml. water at 90 degree celcius are found to be optimum condition for this study. Light absorbance change at 663 nm. wavelenght at various absorbed dose of polyvinyl alcohol-methylene blue film to developed as gamma radiation dosimeter were studied. The results showed that the light absorbance of the developed film is monotonically decrease while the absorbed dose is increasing. The light absorbance change per unit of thickness of this film ($A A/t$) is increasing as the absorbed dose increases. The correlation between these two parameters is found to be linear relationship at 3-20 kGy range with good repeatability. Film stability both before and after irradiation were also studied.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....

สาขาวิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....

ปีการศึกษา.....2538.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ธัญจิรา บุญพิชญากา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ศิริวัฒน์ บุณฑริก.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือ และสนับสนุนจาก ผู้ช่วย-ศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล ขอขอบพระคุณอย่างสูง ที่กรุณาแนะนำ ปรีक्षा และตรวจสอบรายงานการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณศิริรัตน์ พิรมนตรี ที่กรุณาให้คำแนะนำปรีक्षाทั้งทางด้านวิชาการ และในการปฏิบัติกรวิจัยนี้ และขอขอบคุณ คุณอารักษ์ วิทิตธีรานนท์ ที่กรุณาช่วยเหลือเกี่ยวกับการฉายรังสีและหาอัตราปริมาณรังสีด้วย Fricke Standard Dosimeter อีกทั้งขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่กองการวัดกัมมันตภาพรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยและให้ใช้สถานที่ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการวิจัยนี้

ขอขอบคุณ ผ.ศ. ดร. ดาวัลย์ วิวรรณะเดช ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาแนะนำปรีक्षाเกี่ยวกับการผลิตฟิล์มจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ และเอื้อเฟื้อตัวอย่างโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ในการเตรียมฟิล์มในขั้นทดลองผลิต

ขอขอบพระคุณ คุณกิจจา จงกิตติวิทย์ ผู้อำนวยการกองป้องกันอันตรายจากรังสี คุณนฤมล จงกิตติวิทย์ หัวหน้าฝ่ายวัดรังสีประจำบุคคล เจ้าหน้าที่กองป้องกันอันตรายจากรังสี และอาจารย์ประจำภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ทุกท่านที่เป็นกำลังใจ และสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อ บิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ความเมตตา กรุณาเป็นกำลังใจ ให้การศึกษาของผู้เขียนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



บทคัดย่อภาษาไทย	หน้า
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
	ฎ

บทที่

1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 สถานที่ทำการวิจัย	2
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 ทฤษฎี	3
2.1 फिल्मโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลู	3
2.2 การพัฒนาแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลู	6
ในการวัดรังสี	
2.3 การเตรียมแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลู.....	7
2.4 คุณสมบัติแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลู	7
3 เครื่องมือ สารเคมี และการดำเนินการวิจัย	10
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	10
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	15
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	15

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	20
4.1 การเตรียมฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทีลีนบลู.....	20
4.2 อัตราปริมาณรังสีของเครื่องแกมมาเซล-220 ณ ตำแหน่งที่จะฉาย รังสีฟิล์ม	22
4.3 การทดสอบคุณสมบัติในการตอบสนองรังสีของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์- เมทีลีนบลู.....	22
4.4 ผลการทำซ้ำ	23
4.5 เสถียรภาพก่อนและหลังการฉายรังสี.....	24
5 สรุปผลการวิจัย	44
5.1 สรุปผลการวิจัย	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
รายการอ้างอิง.....	47
ภาคผนวก ก.	50
ภาคผนวก ข.	56
ภาคผนวก ค.	62
ภาคผนวก ง.	68
ภาคผนวก จ.	69
ภาคผนวก ฉ.	71
ภาคผนวก ช.	72
ประวัติผู้เขียน	73

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคุณสมบัติตัวกลางชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัดปริมาณรังสี	4
3.1 ส่วนประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิล	14
4.1 สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของ ฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลูที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 สัดส่วน.....	21
4.2 สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของ ฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทิลีนบลูตามสัดส่วนที่เหมาะสม ที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 ครั้ง	21
4.3 สรุปค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $\Delta A/t$	23
4.4 ผลการทำซ้ำของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตทั้ง 3 ครั้ง	33
4.5 แสดงเสถียรภาพก่อนฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ ผลิตครั้งที่ 1 โดยดูจาก %ความแตกต่างค่าการดูดกลืนแสง	35
4.6 แสดงเสถียรภาพก่อนฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ ผลิตครั้งที่ 2 โดยดูจาก %ความแตกต่างค่าการดูดกลืนแสง	36
4.7 แสดงเสถียรภาพก่อนฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ ผลิตครั้งที่ 3 โดยดูจาก %ความแตกต่างค่าการดูดกลืนแสง	37
4.8 แสดงเสถียรภาพหลังฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิต ครั้งที่ 1	40
4.9 แสดงเสถียรภาพหลังฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิต ครั้งที่ 2	41
4.10 แสดงเสถียรภาพหลังฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิต ครั้งที่ 3	42
ภาคผนวก	
ก.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่มีส่วนผสมของ PVA 12 กรัม และ MeB 20 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร	50
ก.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่มีส่วนผสมของ PVA 12 กรัม และ MeB 25 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร	52

สารบัญตาราง(ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ก.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่มีส่วนผสมของ PVA 12 กรัม และ MeB 30 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร	54
ข.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 1	56
ข.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 2	58
ข.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 3	60
ค.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า (Ao-Ai)/t ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตครั้งที่ 1	62
ค.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า (Ao-Ai)/t ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตครั้งที่ 2	64
ค.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า (Ao-Ai)/t ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตครั้งที่ 3	66
ง. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสี 3-20 กิโลเกรย์กับค่าเฉลี่ย (Ao-Ai)/t ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตทั้ง 3 ครั้ง	68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการเตรียมโพลีไวนิลแอลกอฮอล์จากปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ลิซิส	4
2.2 แสดงสูตรโครงสร้างและ Absorption Spectra ของเมทีลีนบลู	6
2.3 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์- เมทีลีนบลู	8
2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนแสงสูงสุดกับ ปริมาณรังสีต่าง ๆ ของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทีลีนบลู สำหรับรังสีแกมมาและอิเล็กตรอน.....	9
3.1 แสดงเครื่องแกมมาเซล-220	11
3.2 แสดงเครื่อง Spectrophotometer	13
3.3 แสดงระบบการวัดของ Mitutoyo Micrometer	14
4.1 แสดงสเปกตรัมในช่วงวิสิเบิลของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทีลีนบลู ที่ผลิตครั้งที่ 1 เมื่อได้รับปริมาณรังสี 3-30 กิโลเกรย์	25
4.2 แสดงสเปกตรัมในช่วงวิสิเบิลของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทีลีนบลู ที่ผลิตครั้งที่ 2 เมื่อได้รับปริมาณรังสี 3-30 กิโลเกรย์	26
4.3 แสดงสเปกตรัมในช่วงวิสิเบิลของฟิล์มโพลีไวนิลแอลกอฮอล์-เมทีลีนบลู ที่ผลิตครั้งที่ 3 เมื่อได้รับปริมาณรังสี 3-30 กิโลเกรย์	27
4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $(A_0 - A_t)/t$ ของ ฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตครั้งที่ 1	28
4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $(A_0 - A_t)/t$ ของ ฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตครั้งที่ 2	29
4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $(A_0 - A_t)/t$ ของ ฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตครั้งที่ 3	30
4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $(A_0 - A_t)/t$ ของ ฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 ครั้ง	31
4.8 แสดงกราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสี 3-20 กิโลเกรย์ กับค่าเฉลี่ย $(A_0 - A_t)/t$ ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิต ทั้ง 3 ครั้ง.....	32
4.9 แสดงเสถียรภาพก่อนฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตทั้ง 3 ครั้ง เมื่อเก็บไว้ 1 เดือน	38

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 แสดงเสถียรภาพหลังฉายรังสีของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตทั้ง 3 ครั้ง เมื่อเก็บไว้ 1 เดือน	43



ศูนย์วิทยพัธพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย