# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำรังสีและสารกัมมันตรังสีมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ตัวอย่างเช่น ด้านการแพทย์มีการนำเอาสารกัมมันตรังสี และรังสีมาใช้ในการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรค ทำให้การวินิจฉัย และรักษาโรคของแพทย์ เป็นไปอย่างถูกต้อง และรวดเร็ว สามารถบรรเทาความเจ็บปวด และช่วยชีวิต ของผู้ป่วยได้มากขึ้น ด้านการเกษตรเนื่องจากประเทศไทยจัดว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม เพราะประชากร กว่าร้อยละ 60 ยังคงยึดการเกษตรเป็นอาชีพหลัก ดังนั้น การค้นคว้าวิจัยทางการเกษตร เพื่อเพิ่มปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเกษตรกร เพราะหมายถึงรายได้ และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ของเกษตรกร ในปัจจุบันได้มีการใช้ เทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่อส่งเสริมกิจกรรมเกษตร ในหลาย ๆ ด้าน เช่น การกำจัดศัตรูพืช การปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มผลผลิต การเก็บถนอม รักษาผลผลิต ไม่ให้เสียหาย นอกจากนั้นก็ยังมี การใช้รังสีฉายพันธุ์พืช เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ให้ได้พันธุ์พืชที่มีผลผลิตสูง และด้านอุตสหกรรม เช่น การนำรังสีมาใช้ในการตรวจสอบวัสดุแบบไม่ทำลาย ตัวอย่าง การสำรวจหาแหล่งน้ำมันใต้ดิน ความชื้นในดิน ด้วยรังสีนิวตรอน ใช้วัดระดับของของไหลสารเคมีต่าง ๆ ในขบวนการผลิตในโรงงาน การควบคุมความหนาของแผ่นกระดาษ หรือแผ่นอลูมิเนียมโดยการใช้รังสีเบต้า การเปลี่ยนสีของอัญมณีและอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นนับว่าเป็นการนำรังสีและสารกัมมันตรังสีมาใช้ประโยชน์อย่างสันติ ดังที่กล่าวมาแล้วถึงแม้รังสีจะมีประโยชน์อย่างมากก็ตาม หากผู้ใช้ไม่รู้จักวิธีการเฝ้าระวังอันตรายแล้ว รังสีก็จะกลายเป็นสิ่งที่ให้โทษมหันต์ได้เช่นกัน เพราะรังสีเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ดังนั้นจึงได้มีหน่วยงานกลางระดับประเทศที่ทำหน้าที่ดูแลการใช้พลังงานนิวเคลียร์ที่มีชื่อย่อว่า IAEA ( International Atomic Energy Agency ) [1] ในการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยในการป้องกันรังสี (Basic Safety Standards for Radiation Protection) โดยจัดพิมพ์ร่วมกับองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO), International Labour Organization (ILO) และ The OECD Nuclear Energy Agency (NEA) มาตรฐานเหล่านี้ได้นำไปใช้ทั่วโลก เพื่อให้มั่นใจในความปลอดภัยและการป้องกันรังสี ต่อเจ้าหน้าที่ด้านรังสีและประชาชนทั่วไป

ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ปฏิบัติงานที่ เกี่ยวข้องกับรังสีอยู่ประมาณ 13,000 คน บุคคลเหล่านี้ได้รับความคุ้มครองความปลอดภัยด้านรังสีด้วยการตรวจสอบให้บริเวณที่ปฏิบัติงานต้องมีระดับรังสีอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย แต่บุคคลเหล่านี้มีโอกาสที่จะได้รับรังสีขณะปฏิบัติงานที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น การจับคนไข้ หรือผู้ปฏิบัติงานถ่ายภาพด้วยรังสีในงานอุตสาหกรรม บุคลากรประเภทนี้ต้องใช้เครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคลติดตัวเพื่อวัดระดับรังสีที่ได้รับขณะปฏิบัติงาน โดยระดับของรังสีที่ได้รับจะต้องไม่เกินโดสลิมิต (Dose Limit) [2] และ [3] ที่กำหนดโดย ICRP สำหรับเครื่องวัดรังสีป ระจำบุคคลที่กองรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ให้บริการแก่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ ยวข้องกับรังสีมี 2 ประเภท คือ แบบใช้ตลับฟิล์ม (Film Badge ) และแบบใช้ตลับเทอร์โมลูมิเนสเซน ต์โดสิมิเตอร์ (TLD Badge) การวัดด้วยฟิล์มเป็นวิธีเก่าที่ใช้กันมาเป็นเวลา นาน เนื่องจากมีราคาถูก แต่มีข้อจำกัดในด้านประสิทธิภาพการวัด ปัจจุบันจึงเริ่มมีการปรับระบบการให้บริการ โดยมีการนำ TLD Badge มาให้บริการเนื่องจากมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ Film Badge แต่ยังมีข้อจำกัดตรงที่ทีแอลดีมีราคาแพงเนื่องจากยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ แสดงดังภาพที่ 1.1

**ภาพที่ 1.1** ตัวอย่างแผ่นวัดรังสีทีแอลดี (TLD Card) ซึ่งประกอบด้วยเม็ดทีแอลดี 4 เม็ด ที่ผนึกอยู่บนแผ่นโลหะที่มีบาร์โค๊ท และแสดงตลับวัดรังสีทีแอลดี (TLD Badge) ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องโพลิเมอร์สำหรับบรรจุทีแอลดีการ์ดอยู่ภายใน ที่ผลิตในเชิงพาณิชย์จากต่างประเทศ [4]

ดังนั้นแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวคือการทำวิจัยและพัฒนาวัสดุเทอร์โมลูมิเนสเซน ต์เพื่อนำมาทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ จากการศึกษาพบว่าลิเธียมฟลูออไรด์ (LiF) ในธรรมชาติไม่มีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้เป็นหัววัดรั งสีได้จะต้องนำมาโด๊ปให้เกิดคุ ณสมบัติพิเศษขึ้นภายในอะตอม คือเมื่อได้รับพลังงานจากรังสีแล้วจะเกิดสภาวะกึ่งเสถียรขึ้นในอะตอม โดยที่พลังงานจำนวนหนึ่งจะถูกเก็บไว้ในผลึก และเป็นการเก็บอย่างถาวร ผลึกนี้จะเก็บพลังงานนั้นไว้จนกระทั่งได้รับพลังงานความร้อนที่เหมาะสมปริ มาณหนึ่ง จึงจะคายพลังงานนั้นออกมาในรูปแสงสว่างและอะตอมก็จะกลับสู่สถานะพื้นฐานดังเดิมจึงเรียกผลึกลิเธียมฟลูออไรด์ ที่โด๊ปแล้วนี้ว่าเป็น Thermoluminescence Dosimeter (TLD) ทั้งนี้เพราะสามารถนำมาใช้เป็นหัววัดรังสี โดยอาศัยหลักการที่ปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากทีแ อลดีจะแปรผันโดยตรงกับปริมาณรังสีที่ทีแอลดีได้รับสะสมไว้ พลังงานในรูปของแสงสว่างนี้สามารถวัดได้ด้วยหลอดทวีคูณแสง (Photomultiplier Tube)

จากการศึกษาข้อมูลในเบื้องต้นพบว่าหลายประเทศได้ทำการวิจัยและพัฒนาทีแอลดีชนิดต่าง ๆ ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลายชนิด เช่น LiF : Mg, Ti LiF : Mg, Cu, P LiF : Mg, Cu, Na, Si โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่นานมานี้ได้มีกลุ่มนักวิจัยในประเทศเกาหลี ได้ ลงตีพิมพ์ผลงานที แอลดีชนิดที่ใช้สารหลักเป็นลิเธียมฟลูออไรด์และใช้สารเจือชนิดใหม่เป็น แมกนีเซียม คอปเปอร์ และซิลิกอน โดยใช้วิธีการเตรียมแบบ ซินเตอร์ (Sintering method) และวิธีหลอมที่อุณหภูมิสูง (Melting method) ซึ่งเป็นวิธีการเตรียมที่ได้ผลึกโพลี (Poly Crystal) เขาพบว่าทีแอลดีชนิดใหม่นี้มีข้อดีกว่าทีแอลดีที่มีชื่อทางการค้าว่า TLD-100 (เป็นทีแอลดีชนิดลิเธียมฟลูออไรด์ที่เจือด้วยแมกนีเซียมและไททาเนียม) ถึง 55 เท่า [5] และ [6] เมื่อทำการแอนนีลด้วยเทคนิคแบบ Dual-Step Thermal treatment พบว่าสัญญาณแสงที่ปล่อยออกมามีตำแหน่งพีคหลักที่อุณหภูมิประมาณ 250 องศาเซลเซียส และเมื่อนำทีแอลดีไปแอนนีลด้วยอุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีก่อนการนำมาใช้งาน พบว่าคุณสมบัติความเป็นเทอร์โมลูมิเนสเซนต์และโครงสร้าง โกลว์เคิร์ฟ ไม่เปลี่ยนแปลง แม้ถูกนำมาใช้งานซ้ำ ๆ [7]

จากข้อมูลดังกล่าวทีแอลดีชนิดนี้จึงมีความน่าสนใจ ที่จะนำมาทำวิจัยและพัฒนา ต่อโดยใช้เทคนิคการเตรียม ที่ต่างจากกลุ่มวิจัย ในประเทศเกาหลี คือ การเตรียมที แอลดีด้วยเทคนิคบริดจ์แมน [17] [18] [19] [20] [21] และ [22] ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าจะได้คุณสมบัติที่แตกต่างจากเดิม ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเทคนิคที่จัดโครงสร้าง unit cell ของลิเธียมฟลูออไรด์ให้ เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของอิเล็คตรอน ภายในอะตอม และคุณสมบัติความเป็นเทอร์โมลูมิเนสเซนต์เพื่อให้ได้ข้อมูลในการพัฒนาเครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคลต่อไป

**1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.2.1 ศึกษาหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เหมาะสมที่จะใช้ในการปลี่ยนโครงสร้างผลึกของสารลิเธียมฟลูออไรด์ (LiF) ที่เจือด้วยสารเจือ Mg, Cu, Na, Si ให้มีโครงสร้างเป็นผลึกเชิงเดี่ยวด้วยวิธีบริดจ์แมน

1.2.2 ศึกษาโครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

1.2.3 ศึกษาและทดสอบคุณสมบัติความเป็นเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ตามค่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ใน IEC (International Electrotechnical Commission) 1066 International Standard "Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring". โดยคุณสมบัติที่จะทดสอบมีดังต่อไปนี้

1 ) ผลของชนิดและปริมาณสารเจือที่มีต่อความไวในการตอบสนองต่อรังสี

2 ) ผลของชนิดและปริมาณสารเจือที่มีต่อความลึกของหลุมกับดักที่สร้างขึ้น

3 ) ผลของพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อความไวในการตอบสนองต่อรังสี

4 ) การจางหายไปของสัญญานแสงที่ปล่อยออกมาจากปริมาณแสง

5 ) ผลของการใช้งานซ้ำที่มีต่อคุณสมบัติความเป็นทีแอลดี

1.2.4 คำนวณหาค่าพารามิเตอร์กับดักพลังงานจลน์ของผลึกทีแอลดีที่เตรียม ได้ โดยใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงอัตราการให้ความร้อน (Heating Rate Method) และใช้โปรแกรม Computer Glow Curve Deconvolution (CGCD)

1.2.5 หาค่า effective atomic number และparameter ต่างๆที่สัมพันธ์กันโดยใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์เปรียบเทียบกับการใช้โปรแกรม XCOM

1.2.6 ศึกษาและเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมดกับที แอล ดี ที่จำหน่ายในเชิงพาณิชย์ของต่างประเทศ

**1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.3.1 สามารถ ระบุตัวแปรของการปลูกผลึกด้ วยเทคนิคแบบ บริดจ์แมนที่มีผลต่อคุณสมบัติเทอร์โมลูมิเนสเซนต์ของทีแอลดีชนิดลิเธียมฟลูออไรด์(LiF)ที่เจือด้วยสารเจือ แมกนีเซียม คอปเปอร์ โซเดียม ซิลิกอน

1.3.2 สามารถระบุความเข้มข้นของปริมาณสารเจือแมกนีเซียม คอบเปอร์ และซิลิกอนที่มีความเหมาะสมต่อคุณสมบัติความเป็นเทอร์โมลูมิเนสเซนต์

1.3.3 เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนา ที แอล ดี ชนิดนี้ให้ดียิ่งขึ้น

1.3.4 การเผยแพร่ในวารสาร วิชาการระดับชาติ และระดับนานาชาติอย่างน้อย 2 บทความวิจัย

1.3.5 อนุสิทธิบัตร 1 คำขอ

1.3.6 มีหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

**1.4 ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า**

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการเตรียมทีแอลดี แบบผลึกโพลีชนิดลิเธียมฟลูออไรด์ : แมกนีเซียม คอปเปอร์ โซเดียม ซิลิกอน โดยเติมสารเจือแมกนีเซียม คอบเปอร์ โซเดียม ซิลิกอน โดยใช้เทคนิคการหลอมที่อุณหภูมิสูง [14] และ [15] และแบบผลึกเชิงเดี่ยวด้วยเทคนิคบริดจ์แมน และศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเทอร์โมลูมิเนสเซนต์ และผลของการเติมสารเจือ แมกนีเซียม คอ ปเปอร์ ที่ปริมาณความเข้มข้นที่คงที่เท่ากับ 0.2 โมลเปอร์เซ็นต์ และ 0.05 โมลเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ [17] [18] [19] [20] และ [21] และทำการเปลี่ยนปริมาณสารเจือ โซเดียม ตั้งแต่ 0-0.50 โมลเปอร์เซ็นต์ เปลี่ยนแปลงปริมาณซิลิกอนตั้งแต่ 0.00 ถึง 2.00 โมลเปอร์เซ็นต์