บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบสมรรถนะของต้นกำเนิดกระตุ้นรังสีเอกซ์

5.1.1 จากการทดสอบการทำงานของต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ เมื่อปรับค่าศักดาไฟฟ้าสูงสุด(30 kV) และกระแสสูงสุด 500 μA สามารถทำงานด้วยการระบายความร้อนด้วยพัดลม เนื่องจากใช้กำลังไฟฟ้าให้เกิดความร้อนเพียง 3% ของค่าทนกำลังไฟฟ้าให้เกิดความร้อนสูงสุดของหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมเท่านั้น และขณะทำการวิเคราะห์ธาตุเมื่อใช้กับหัววัดรังสี HPGe ของ ORTEC model GLP-06165/05 เมื่อปรับกระแสแอโนดที่ 100 μA จะทำให้เวลาที่สูญเสียไปกับการวิเคราะห์พลังงานของเครื่องวิเคราะห์ (dead time) สูงมาก จึงใช้กระแสเพียง 65 μA ในการวิเคราะห์ธาตุพลังงานสูงของ Fe_2O_3 แต่สำหรับ $Ca(OH)_2$ เป็นธาตุพลังงานต่ำจะใช้กระสูงถึง 200 μA ซึ่งให้ผลของเวลาที่สูญเสียไปกับการวิเคราะห์พลังงานของเครื่องวิเคราะห์ใกล้เคียงกันประมาณ 13%

5.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของสเปกตรัมรังสีจากหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรม พบว่าแอโนดของหลอดทำด้วยทังสเตน จากการวิเคราะห์พลังงานรังสีเอกซ์เรืองเฉพาะธาตุของทังสเตนชั้นแอล และพลังงานต่ำสุดของสเปกตรัมจะเริ่มที่ประมาณ 10 keV ดังรูปที่ 4.5-4.6

5.1.3 การออกแบบระบบจัดวางอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุด้วยต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ที่พัฒนาขึ้น และหัววัดรังสี HPGe ของ ORTEC model GLP-06165/05 ซึ่งเป็นหัววัดรังสีแบบแนวตั้ง สามารถจัดระยะที่เหมาะสมดังนี้ ลำรังสีเอกซ์ที่บังคับให้ตกกระทบตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.7 เซนติเมตร และทำมุมกับตัวอย่าง 50 องศา ตัวอย่างอยู่ในแนวตั้งฉากกับหัววัดโดยห่างจากหัววัดรังสี 8 เซนติเมตร ต้นกำเนิดรังสีห่างจากตัวอย่าง 8.5 เซนติเมตร

5.1.4 ผลการทดสอบวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพของธาตุเลขอะตอมต่างๆ จากตัวอย่างซึ่งเตรียมขึ้นที่ความเข้มข้น 10 % โดยน้ำหนักของสารแต่ละตัว ได้แก่ S , KNO_3 ,TiO_2, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , NiO_2 , ZnO_2 , Sr_2O_3 , ZrO_2 และ CdO พบว่าสามารถวิเคราะห์

ธาตุเบาในบรรยากาศปกติได้ถึง K และมีความไวในการวิเคราะห์ Zr มากที่สุด

5.1.5 ผลการหาขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเลขอะตอมค่อนข้างสูง โดยใช้ Fe_2O_3 ที่ความเข้มข้น 1 , 2 , 3 , 5 , 6% โดยน้ำหนัก ปรับศักดาไฟฟ้าสูงที่ 25 kV กระแส 65 μA ดังในกราฟรูปที่ 4.10 พบว่าผลวิเคราะห์มีความเป็นเชิงเส้นและค่าขีดจำกัดต่ำสุด(3σ) ของการวิเคราะห์ที่เวลา 300 วินาที มีค่าเท่ากับ 0.002% Fe_2O_3

5.1.6. ผลการหาขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเลขอะตอมต่ำ โดยใช้ $Ca(OH)_2$ ที่ความเข้มข้น 4 , 5 , 6 , 10 , 13 % โดยน้ำหนัก ปรับศักดาไฟฟ้าสูงที่ 25 kV กระแส 200 μA ดังในกราฟรูปที่ 4.12 พบว่าผลวิเคราะห์มีความเป็นเชิงเส้น และค่าขีดจำกัดต่ำสุด (3σ) ของการวิเคราะห์ที่เวลา 300 วินาที มีค่าเท่ากับ 0.02% $Ca(OH)_2$

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การออกแบบระบบควบคุมการกำเนิดรังสีเอกซ์ในขั้นต้นนี้ ได้ข้อมูลของหลอดรังสีเอกซ์ทางทันตกรรมจำกัดมาก จึงออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงและต่ำเผื่อไว้มากทำให้หาชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้ลำบาก ทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีขนาดใหญ่และต้องใช้น้ำมันป้องกันการอาร์ค จากผลการทดลองหาข้อมูลใหม่พบว่าศักดา และกระแสที่ใช้ต่ำกว่าที่ประเมินมากจึงมีแนวทางที่จะนำชิ้นส่วนสำหรับสร้างไฟฟ้าศักดาสูงของเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งหาง่ายและมีราคาประหยัดมาใช้ได้จะทำให้ระบบมีขนาดเล็กและออกแบบให้มีเสถียรภาพดีขึ้น

5.2.2 การวิเคราะห์ธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำกว่าแคลเซียม จะต้องออกแบบบริเวณทางผ่านของรังสีเอกซ์เรืองจากตัวอย่างถึงหัววัดรังสีให้เป็นบรรยากาศของฮีเลียม หรือเป็นสุญญากาศ จะช่วยให้ผลวิเคราะห์ธาตุเลขอะตอมต่ำดีขึ้น อย่างไรก็ตามข้อจำกัดในการวัดธาตุที่เลขอะตอมต่ำขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการวัดพลังงานของหัววัดรังสีที่ใช้ ในงานวิจัยนี้หัววัดรังสี HPGe ที่ใช้ วัดพลังงานต่ำสุดได้เพียง 3 keV เท่านั้น

5.2.3 จากผลการหาค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการวัดธาตุเชิงปริมาณนั้น ยกตัวอย่างเช่น Fe_2O_3 เป็นค่าที่คำนวนจากการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\%Fe_2O_3$ กับ ความเข้มรังสีเอกซ์เรืองซึ่งค่าที่ทำการวัดได้ที่ระยะเวลา 300 วินาที จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณต่ำสุด (3σ) ได้ที่ 0.002 $\%Fe_2O_3$ ถ้าจะทำการตรวจสอบผลการคำนวนของค่าขีดจำกัด

ต่ำสุดทำได้โดยเตรียมตัวอย่าง $\%Fe_2O_3$ ให้มีค่าเท่ากับค่าขีดจำกัดต่ำสุดของกราฟที่ 4.10 แล้วนำมาทำการวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณเปรียบเทียบกัน อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัตินั้น จะแตกต่างไปจากการคำนวน เนื่องจากต้องควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อการวัดทั้งการเตรียมตัวอย่าง การจัดวางอุปกรณ์ และการรบกวนของระบบวัดด้วย