

บทที่ 1

บทนำ

การวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วย X-ray fluorescence (XRF) ใช้การกระตุ้นอะตอมของธาตุในสารตัวอย่างด้วยรังสีเอกซ์พลังงานสูง แล้วตรวจวัดความเข้มรังสีเอกซ์เรืองแสงพลังงานเฉพาะตัวที่อะตอมของธาตุในสารตัวอย่างเปล่งออกมา โดยที่ความเข้มรังสีเอกซ์ที่ตรวจวัดได้จะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของธาตุในสารตัวอย่าง แต่เนื่องจากรังสีเอกซ์ถูกดูดกลืนง่าย ดังนั้นความเข้มรังสีเอกซ์ที่เปล่งออกมาจะถูกดูดกลืนด้วยเนื้อของสารตัวอย่างเองทำให้ความเข้มที่วัดได้ไม่เป็นสัดส่วนแปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของธาตุ

ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยวิธี XRF จึงต้องอาศัยทฤษฎีที่เรียกว่า fundamental parameter approach ซึ่งอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มรังสีเอกซ์ที่วัดได้กับความเข้มข้นของธาตุ โดยคำนึงถึงการดูดกลืนของสารตัวอย่างด้วย แต่อย่างไรก็ตาม เงื่อนไขของทฤษฎีนี้ธาตุทุกธาตุในสารตัวอย่างจะต้องสามารถตรวจวัดความเข้มรังสีเอกซ์เรืองแสงได้ ซึ่งในทางปฏิบัติมีปัญหาที่สารตัวอย่างส่วนมากมีธาตุองค์ประกอบเป็นธาตุเบา ที่เรียกว่า dark matrix พลังงานเฉพาะตัวต่ำไม่สามารถตรวจวัดความเข้มรังสีเอกซ์ได้ นับสำคัญในเชิงคณิตศาสตร์ก็คือตัวแปรหรือความเข้มข้นของธาตุต่างๆในสารตัวอย่างนั้น มีจำนวนมากกว่าข้อมูลหรือความเข้มรังสีเอกซ์ที่สามารถตรวจวัดได้

อย่างไรก็ตามการกระตุ้นสารตัวอย่างด้วยรังสีเอกซ์พลังงานสูงนั้น นอกจากเกิดรังสีเอกซ์เรืองแสงแล้วยังมีรังสีกระเจิง (scattered radiation) ซึ่งมี 2 ชนิดคือ รังสีกระเจิงแบบโคฮีเรนต์และรังสีกระเจิงแบบอินโคฮีเรนต์

Andermann และ Kemp (1958) เป็นผู้ริเริ่มการใช้รังสีกระเจิงแก้ปัญหาการดูดกลืนรังสีบนหลักการว่า ความเข้มรังสีกระเจิงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสารตัวอย่าง มีพฤติกรรมการดูดกลืนเช่นเดียวกับรังสีเอกซ์เรืองแสงและสามารถใช้เป็น internal standard ทดแทนการดูดกลืน โดยไม่ต้องใช้การเติมสารมาตรฐานลงในสารตัวอย่าง (external addition) ซึ่งไม่สะดวกในทางปฏิบัติ ต่อมาได้มีการนำรังสีกระเจิงมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์สารตัวอย่างในแง่มุมต่างๆ เช่น เลขอะตอมเฉลี่ยของธาตุ สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวล (sample mass absorption coefficient) มวลยังผล (effective sample mass) เป็นต้น

All rights reserved

การนำรังสีกระเจิงมาคำนวณสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลของสารตัวอย่างเป็นหลักการที่น่าสนใจมาก เพราะเป็นแนวทางที่จะทำให้สามารถวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มี dark matrix เป็นองค์ประกอบได้ หลักการที่ใช้ก็คือ กำหนดให้ dark matrix ประกอบด้วยธาตุที่เหมาะสมหรือธาตุตัวแทน เพียง 2 ธาตุ ที่มีคุณสมบัติการดูดกลืนและการกระเจิงของรังสีเอกซ์เหมือน dark matrix ตั้งเดิมทุกประการ

Van Dyck และ Van Greiken (1980) ได้ทำการทดลองหาธาตุตัวแทนดังกล่าวจากความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลกับเลขอะตอม และสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลกับอัตราส่วนความเข้มรังสีกระเจิงโคฮีเรนต์ต่ออินโคฮีเรนต์ Orlic et al (1990) ใช้วิธีเลือกจากความสัมพันธ์กราฟระหว่างเลขอะตอมเฉลี่ยกับอัตราส่วนความเข้มรังสีกระเจิงอินโคฮีเรนต์ต่อโคฮีเรนต์ และความเข้มรังสีกระเจิงอินโคฮีเรนต์กับสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวล Neilson (1977) ได้เสนอให้ใช้การพิจารณาธาตุตัวแทน 2 ธาตุ โดยตรงจากความเข้มรังสีกระเจิงโคฮีเรนต์และอินโคฮีเรนต์ โดยสมมุติให้ความเข้มรังสีกระเจิงแปรผันกับผลรวมของธาตุแต่ละธาตุในสารตัวอย่าง

สำหรับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็เพื่อศึกษาการใช้รังสีกระเจิงช่วยวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มีองค์ประกอบบางส่วนเป็นธาตุเบาโดยไม่อาศัย empirical relation ซึ่งเหมือนกับแนวความคิดของ Neilson แต่ก็จะไม่ใช้สมมุติฐานของ Neilson ที่ว่า ความเข้มรังสีกระเจิงแปรผันกับผลรวมของธาตุแต่ละธาตุ หลักการในการวิเคราะห์ อาศัยการถอดสมการในเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าความเข้มข้นของธาตุ จากข้อมูลของความเข้มรังสีเอกซ์เรืองแสงแต่เพียงอย่างเดียว ส่วนความเข้มรังสีกระเจิงโคฮีเรนต์และอินโคฮีเรนต์นั้นจะถูกใช้ในการพิจารณา dark matrix ซึ่งธาตุตัวแทนที่ดีที่สุดคือคู่ที่ให้ผลสอดคล้องกับความเข้มรังสีที่ตรวจวัดได้