บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 ความเป็นมา

ในการเรียนการสอนแต่ละปีการศึกษาของสาขาวิชาเคมี พบว่ามีสารเหลือทิ้งจากห้องปฏิบัติการเป็นจำนวนมาก โดยองค์ประกอบของสารเหลือทิ้งเหล่านี้มีสารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และระบบการทำงานในห้องปฏิบัติการเป็นจำนวนมาก

โลหะเงิน (Silver หรือ Ag) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่พบในสารเหลือทิ้งจากห้องปฏิบัติการ เช่น ตะกอนของ AgCl, Ag_2CrO_4 และ Ag_2SO_4 รวมถึงสารละลาย $AgNO_3$ ที่เหลือทิ้งจากการทดลอง ซึ่งตะกอนนี้อาจทำให้ท่อระบายน้ำของห้องปฏิบัติการอุดตันและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหากทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยมีรายงานว่าเกลือของโลหะเงินจัดเป็นสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่งในร่างกายมนุษย์ ส่วนซิลเวอร์ไอออน (Ag^+) ที่มาจากสารละลาย $AgNO_3$จัดเป็นโลหะหนักที่เป็นพิษต่อร่างกาย โดยพบว่าเมื่อซิลเวอร์ไอออนถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต จะสามารถแทรกซึมอยู่ในเนื้อเยื่อในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ง่าย และกลายเป็นสาเหตุของโรค Argyria ซึ่งทำให้เม็ดสีในผิวหนังและตาเปลี่ยนเป็นสีเทาฟ้า

ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์ (Ag/AgCl reference electrode) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเซลล์เคมีไฟฟ้าซึ่งมีใช้ในวิชาปฏิบัติการทางเคมีไฟฟ้า แต่เนื่องจากขั้วไฟฟ้าชนิดนี้มีราคาสูงในช่วงราคาประมาณ 3,000 – 10,000 บาท (ขึ้นกับยี่ห้อ อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงิน และประสิทธิภาพ) และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายของหน่วยงานในการจัดซื้อ และแม้ว่าในปัจจุบัน จะมีผู้ผลิตขั้วไฟฟ้าชนิดนี้ขึ้นใช้เอง แต่ลวดเงินที่เป็นองค์ประกอบหลักกลับมีราคาสูง

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำสารเหลือทิ้งได้แก่ตะกอนและสารละลายที่มีโลหะเงินเป็นองค์ประกอบที่เหลือทิ้งจากการทดลอง นำกลับมาใช้ใหม่เพื่อเตรียมเป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อขั้วไฟฟ้าชนิดนี้ และลดปริมาณสารเหลือทิ้งที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลง

1.1.2 ความสำคัญของการวิจัย

จากรายละเอียดที่ได้กล่าวมาในหัวข้อ 1.1.1 จึงอาจกล่าวได้ว่างานวิจัยนี้ จะสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนในห้อง ปฏิบัติการทางเคมีลง และยังช่วยลดปัญหาที่เกิดจากสารเหลือทิ้งซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมลงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เตรียมขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์จากสารเหลือทิ้งเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน

2) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์ที่มีคุณภาพเพียงพอสำหรับใช้ในการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.3.1 ประโยชน์ด้านความรู้

1) ได้แนวทาง และทราบถึงกระบวนการและสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการนำสารเหลือทิ้งที่มีโลหะเงินเป็นองค์ประกอบมาผลิตเป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์

2) ได้ผลงานวิจัยสำหรับการนำเสนอและในที่ประชุมทางวิชาการเพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ให้แก่ผู้ที่สนใจ

1.3.2 ประโยชน์ด้านการพัฒนา

1) เกิดการพัฒนาแนวคิดและนวัตกรรมในการเตรียมวัสดุวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้เองในห้องปฏิบัติการเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

2) ส่งเสริมให้เกิดการนำสารเหลือทิ้งนำกลับมาผลิตใช้ใหม่ เพื่อลดปริมาณของเสียซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมลงได้

1.4. ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตเนื้อหา

แยกธาตุเงินจากสารเหลือทิ้งเพื่อใช้เตรียมเป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี

1.4.2 ขอบเขตประชากร

1) สารเหลือทิ้งที่มีโลหะเงินเป็นองค์ประกอบ

2) ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์

1.4.3 ขอบเขตตัวแปร

1) ปริมาณของสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์

2) ร้อยละการกลับคืน (%Recovery) ของธาตุเงินที่แยกได้จากสารเหลือทิ้ง

3) ประสิทธิภาพของขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์ที่เตรียมได้

1.4.4 ขอบเขตเวลา

ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 12 เดือน

1.4.5 ขอบเขตพื้นที่

ห้องปฏิบัติการเคมี อาคาร 2 สาขาวิชาเคมี และ อาคาร 28 (ศูนย์วิทยาศาสตร์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

1.5 สมมติฐานการวิจัย

สารเหลือทิ้งจากห้องปฏิบัติการที่มีโลหะเงินเป็นองค์ประกอบสามารถนำกลับมาเตรียมเป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์เพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการได้

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1) **การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)** เป็นวิธีการนำสารหรือวัสดุที่เหลือทิ้งมาผ่านกระบวนการเพื่อให้ได้วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมา ทำให้ลดปริมาณของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำกลับมาใช้ใหม่เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญใน 3 กระบวนการแบบทันสมัยในการลดปริมาณขยะ นั่นคือ การลดการใช้ (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)

2) **เทคนิคการแยก (Separation technique)** เป็นการแยกสิ่งที่ต้องการออกจากองค์ประกอบที่เป็นสิ่งรบกวนในสารตัวอย่างออกไป โดยมีวิธี การได้หลายแบบ เช่น การปรับสภาพของเมทริกซ์ (Matrix modification) การทำมาสคิง (Masking) การทำให้เจือจางหรือทำให้อิ่มตัว (Dilution or Saturation) เป็นต้น

3) **เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical cells)** เป็นอุปกรณ์ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยมีครึ่งเซลล์ไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันและครึ่งเซลล์ไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งมีองค์ประกอบหลักๆ 3 ส่วน คือ ขั้วไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสะพานเกลือ โดย**ขั้วไฟฟ้า (Electrode)** ในเซลล์เคมีไฟฟ้าทั่วไปจะมีขั้วไฟฟ้าอยู่ 2 ชนิด ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่แตกต่างกัน และขั้วทั้งสองนี้จะไม่สัมผัสกันโดยตรง ขั้วไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือขั้วแคโทด (Cathode) ซึ่งเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และขั้วแอโนด (Anode) ซึ่งเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

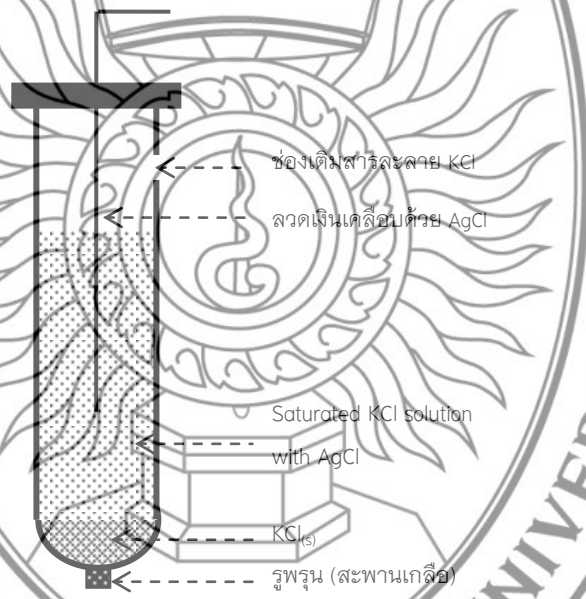
4) **ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference electrode)** ในการวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ชนิดหนึ่งจะต้องมีค่าคงที่เสมอ ถึงแม้ความเข้มข้นของสารละลายจะเปลี่ยนแปลงไป

ขั้วไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แบบนี้ เรียกว่า ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง โดยมีอยู่หลายชนิด เช่น ขั้วไฮโดรเจนมาตรฐาน (Standard Hydrogen Electrode; SHE) ขั้วคาโลเมลอิ่มตัว (Standard Calomel Electrode; SCE) และขั้วซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์ (Ag / AgCl Electrode) เป็นต้น

5) ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์ (Ag/AgCl reference electrode) เตรียมได้จากการนำลวดโลหะเงิน (Ag) จุ่มลงในสารละลายอิ่มตัวของ KCl และ AgCl ซึ่งบรรจุอยู่ในหลอดแก้ว ปลายของหลอดเป็นรูพรุนซึ่งทำหน้าที่เป็นสะพานเกลือเหมือนกับขั้ว SCE ดังรูป 1 โดยมีปฏิกิริยาที่เกิดภายในครึ่งเซลล์คือ

$$AgCl_{(s)} + e^- \longrightarrow Ag_{(sl)} + Cl^-_{(aq)}$$

ในทำนองเดียวกับขั้ว SCE ศักย์ของขั้ว Ag/AgCl จะขึ้นกับความเข้มข้นของ Cl^- ในสารละลาย ดังนั้นในการใช้งานจึงนิยมเลือกใช้สารละลายที่อิ่มตัวของทั้ง AgCl และ KCl โดยศักย์ของขั้ว Ag/AgCl เท่ากับ 0.197 V เมื่อใช้สารละลายอิ่มตัวของ KCl



รูป 1.1 องค์ประกอบของขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์–ซิลเวอร์คลอไรด์ (Ag / AgCl)

6) ค่าร้อยละการกลับคืน (%Recovery)

ในงานวิจัยนี้ เป็นการคำนวณหาปริมาณของโลหะเงินที่ได้กลับคืนจากการสกัดจากสารเหลือทิ้งโดยคำนวณเป็นร้อยละของปริมาณโลหะเงินที่สกัดแยกได้จากที่มีอยู่เดิมในสารตัวอย่างตอนเริ่มต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ CHIANG MAI RAJABHAT UNIVERSITY