

บทที่ 3

สารเคมี อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงสารเคมี อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง วิธีการทดลองในแต่ละตัวแปรที่จะศึกษา ในการกำจัดไอออนโครเมียมออกจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กไร้สนิม โดยใช้เยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง

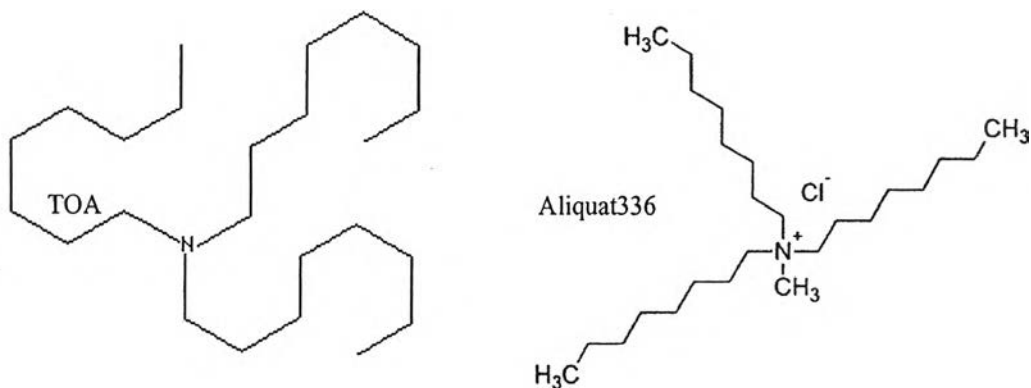
3.1 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 3.1 สารเคมีที่ใช้เป็นเกรดวิเคราะห์ (Analytical reagent grade) น้ำที่ใช้ในการทดลอง คือ น้ำกลั่น

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

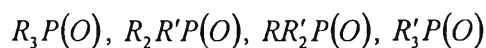
ชนิด	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	บริษัท
สารละลายป้อน	น้ำทิ้งจากหลุมเจาะก๊าซธรรมชาติ	-	ปตท.สผ.
สารสกัด	1. Tri-n-octylamine (TOA)	$C_{24}H_{51}N$	Merck Ltd.
	2. Methyltrioctylammonium chloride (Aliquat 336)	$C_{25}H_{54}ClN$	Merck Ltd.
	3. Cyanex 923	-	Merck Ltd.
ตัวทำละลายอินทรีย์	เคโรซีน (Jet A-1) ทอลูอิน	- C_7H_8	ปตท. Fisher Scientific UK Ltd.
สารละลายน้ำกลั่น	โซเดียมไฮดรอกไซด์	NaOH	Merck Ltd.

สารสกัด Tri-n-octylamine (TOA) ที่ใช้ในการทดลองมีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สูตรโครงสร้างของสารสกัด Tri-n-octylamine (TOA) และ Aliquat 336

Cyanex 923 คือสารผสมของ trialkylphosphine oxide 4 ชนิด ประกอบไปด้วย



โดยที่ $R = [CH_3(CH_2)_7]$ - normal octyl

$R' = [CH_3(CH_2)_5]$ - normal hexyl

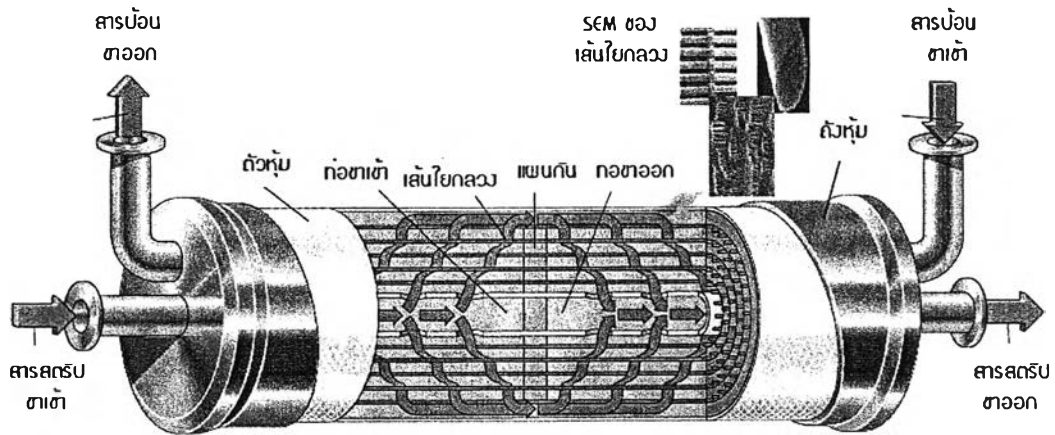
ซึ่งก็คือ สารผสมระหว่าง hexylphosphine oxides และ octylphosphine oxides นั้นเอง

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ชุดทดลอง Liqui-Cel[®] Liquid/Liquid Extraction System รุ่น Cat. #5PCM-106 ของบริษัท Hoechst Celanese Corporation (รูปที่ 3.2) ประกอบด้วย

- เครื่องสูบ 2 ชุด ที่มีอัตราการไหลสูงสุด 1 ลิตรต่อนาที
- มาตรวัดและชุดควบคุมอัตราการไหล 2 ชุด
- มาตรวัดความดัน 2 ชุด

3.2.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวง ตัวรองรับ ได้แก่ เส้นใยกลวงพอลิโพรไพลีนชนิดมีรูพรุน Celgard[®] X-30 ที่ประกอบเข้าด้วยกันเป็นมอดูล ดังรูปที่ 3.3 และมีสมบัติดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.2 มอดูลของเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวงที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 3.2 สมบัติของตัวรองรับเส้นใยกลวงพอลิโพรพิลีนที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติ	ชนิด / ขนาด
วัสดุเส้นใยกลวง	พอลิโพรพิลีน (Polypropylene)
เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเส้นใยกลวง	240 μm
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของเส้นใยกลวง	300 μm
ขนาดรูพรุนที่มีประสิทธิภาพ	0.05 μm
ความพรุนของเส้นใยกลวง	30 %
ความดันแตกต่าสูงสุด	4.2 kg/cm^2 (60 psi)
พื้นที่ผิวที่มีประสิทธิภาพ	1.4 m^2 (15.2 ft^2)
อัตราส่วนของพื้นที่ต่อปริมาตรที่มีประสิทธิภาพ	29.3 cm^2/cm^3 (74.4 m^2/m^3)
ช่วงอุณหภูมิในการปฏิบัติการสูงสุด	1 $^{\circ}\text{C}$ ถึง 60 $^{\circ}\text{C}$
มิติของชุดเส้นใยกลวง (D×L)	2.5×8 inch

3.2.3 เครื่อง Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP–AES) Perkin Elmer Model PLASMA–1000 ใช้วิเคราะห์ความเข้มข้นของไอออนปรอท

3.2.4 อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ปิเปต กรวยแยกสาร แท่งแก้วคนสาร

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาผลของชนิดสารสกัดต่อการสกัดไอออนปรอทด้วยเยื่อแผ่นเหลวด้วยวิธีอิมัลชัน มีขั้นตอนดังนี้

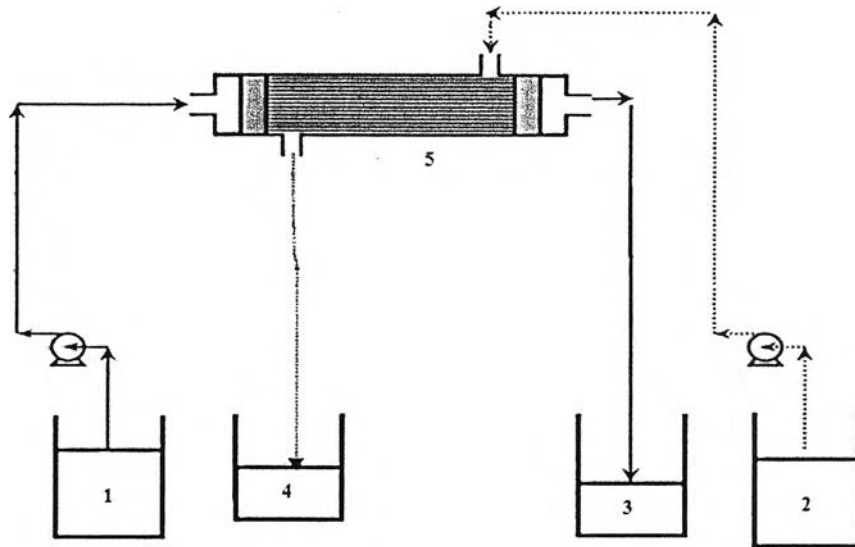
1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีไอออนปรอทเจือปนโดยกรองเศษตะกอนออกก่อน เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเพื่อปรับความเป็นกรด-เบส = 2 ปริมาตร 1 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 1 ลิตร
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวที่ใช้ในกระบวนการอิมัลชัน จากสารละลายผสมของสารสกัด TOA ในเคโรซีนความเข้มข้น 5 % โดยปริมาตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
4. นำสารละลายป้อนปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตรผสมกับสารสกัด TOA ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนเป็นเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วปล่อยให้แยกชั้นเมื่อแยกชั้นแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเพื่อนำไปวิเคราะห์ และแยกสารสกัดที่ได้มาผสมกับสารละลายนำกลับ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนเป็นเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วปล่อยให้แยกชั้นเมื่อแยกชั้นแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเพื่อนำไปวิเคราะห์
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ (1) ถึง (4) โดยเปลี่ยนชนิดของสารสกัดเป็น D2EHPA, Cyanex 923, Lix 84-I, Cyanex 272, TBP, Lix 860, Aliquat 336 ตามลำดับ ในเคโรซีน และสารสกัด TOA ในตัวทำละลายทอลูอิน ความเข้มข้น 5 % โดยปริมาตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
6. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของไอออนปรอทด้วยเครื่อง ICP-OES และใช้วิธีวิเคราะห์ ICP atomic emission spectrometry

3.3.2 ศึกษาผลของสารสกัดที่มีการคัดเลือกต่อการสกัดไอออนปรอทด้วยเยื่อแผ่นเหลวด้วยวิธีอิมัลชัน มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีไอออนปรอทเจือปนโดยกรองเศษตะกอนออกก่อน เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเพื่อปรับความเป็นกรด-เบส = 2 ปริมาตร 1 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 1 ลิตร
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวที่ใช้ในกระบวนการอิมัลชัน จากสารละลายผสมของสารสกัด TOA ในเคโรซีนความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 10 % โดยปริมาตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
4. นำสารละลายป้อนปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตรผสมกับสารสกัด TOA ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนเป็นเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วปล่อยให้แยกชั้นเมื่อแยกชั้นแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเพื่อนำไปวิเคราะห์ และแยกสารสกัดที่ได้มาผสมกับสารละลายนำกลับ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนเป็นเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วปล่อยให้แยกชั้นเมื่อแยกชั้นแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเพื่อนำไปวิเคราะห์
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ (1) ถึง (4) โดยเปลี่ยนชนิดของสารสกัดเป็น Cyanex 923 และ Aliquat 336 ตามลำดับ ในเคโรซีนความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 10 % ตามลำดับ สารสกัด TOA ในตัวทำละลายทอลูอินที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 10 % โดยปริมาตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
6. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของไอออนปรอท สารหนู เหล็ก โซเดียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ด้วยเครื่อง ICP-OES และใช้วิธีวิเคราะห์ ICP atomic emission spectrometry

3.3.3 ศึกษาผลของความเป็นกรด-เบสในสารละลายป้อนต่อการสกัดไอออนปรอทด้วยเยื่อแผ่น เหลวที่พียงด้วยเส้นใยกลวง มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีไอออนปรอทเจือปน โดยกรองเศษตะกอนออกก่อน เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ปรับความเป็นกรด-เบส = 1 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตรเป็นความเข้มข้นเริ่มต้น ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลว ซึ่งใช้ในมอดูลเส้นใยกลวงคอลัมน์ดังนี้
สารละลายผสมของสารสกัด TOA ในทอลูอีน ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็นความเข้มข้นเริ่มต้น ปริมาตร 800 มิลลิลิตร ยึดตรึงในรูปอนุภาคของเส้นใยกลวงในชุดทดลอง
4. ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ชุดทดลองมอดูลเส้นใยกลวง โดยมีอัตราการไหลเท่ากันที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ลักษณะการไหลเป็นแบบสวนทางกัน และไหลผ่านชุดการทดลองแบบครั้งเดียว ดังรูปที่ 3.3 เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนขาออกและสารละลายนำกลับขาออกสุดท้ายเพื่อนำไปวิเคราะห์
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ (1) ถึง (4) โดยเปลี่ยนค่า pH ในสารละลายป้อนเป็น 2, 2.5, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ
6. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไอออนปรอท เหล็ก และสารหนู ด้วยเครื่อง ICP Atomic Emission Spectrometer



รูปที่ 3.3 แสดงการปฏิบัติการไหลในลักษณะไหลผ่านครั้งเดียว (One through mode) ซึ่งของไหลในกระบวนการมีทิศทางการไหลสวนทางกันในตัวรองรับชุดเส้นใยกลวง โดยที่ 1 คือถังของสารละลายป้อนด้านขาเข้า, 2 คือถังของสารละลายนำกลับด้านขาเข้า, 3 คือถังของสารละลายป้อนด้านขาออก, 4 คือถังของสารละลายนำกลับด้านขาออก และ 5 คือตัวรองรับชุดเส้นใยกลวง

3.3.4 ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัด TOA ต่อการสกัดไอออนปรอทด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีองค์ประกอบของไอออนปรอทเจือปนโดยกรองเศษตะกอนออกก่อน ให้ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายป้อนเท่ากับค่าความเป็นกรด-เบสที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.3 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร เป็นความเข้มข้นเริ่มต้น ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลว ซึ่งใช้ในมอดูลเส้นใยกลวงคอลัมน์ดังนี้สารละลายผสมของสารสกัด TOA ในทอลูอิน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ปริมาตร 800 มิลลิลิตร ยึดตรึงในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวงในชุดทดลอง

4. ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ชุดทดลองมอดูลเส้นใยกลวง โดยมีอัตราการไหลเท่ากับที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ลักษณะการไหลเป็นแบบสวนทางกัน และไหลผ่านชุดการทดลองแบบครั้งเดียวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนขาออกและสารละลายนำกลับขาออกสุดท้ายเพื่อนำไปวิเคราะห์
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ (1) ถึง (4) โดยเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของสารสกัด TOA ในทอลูอินที่ใช้ในมอดูลเส้นใยกลวงเป็น 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, และ 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ
6. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไอออนปรอท เหล็ก และสารหนู ด้วยเครื่อง ICP Atomic Emission Spectrometer

3.3.5 ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายนำกลับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อการสกัดไอออนปรอทด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีองค์ประกอบของไอออนปรอทเจือปนโดยกรองเศษตะกอนออกก่อน ให้ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายป้อนเท่ากับค่าความเป็นกรด-เบสที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.3 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเริ่มต้น เพื่อนำไปวิเคราะห์
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลว ซึ่งใช้ในมอดูลเส้นใยกลวงคอลัมน์ดังนี้ สารละลายผสมของสารสกัด TOA ในทอลูอิน ความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทและสารหนูดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.4 ปริมาตร 800 มิลลิลิตร ยึดตรึงในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวงในชุดทดลอง
4. ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ชุดทดลองมอดูลเส้นใยกลวง โดยมีอัตราการไหลเท่ากับที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ลักษณะการไหลเป็นแบบสวนทางกัน และไหลผ่านชุดการทดลองแบบครั้งเดียวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนขาออกและสารละลายนำกลับขาออกสุดท้ายเพื่อนำไปวิเคราะห์
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ (1) ถึง (4) โดยเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของสารนำกลับโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 และ 1.4 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

6. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไอออนปรอท เหล็ก และสารหนู ด้วยเครื่อง ICP Atomic Emission Spectrometer

3.3.6 ศึกษาผลของอัตราการไหลของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับต่อการสกัดไอออนปรอท มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีองค์ประกอบของไอออนปรอทเจือปน โดยกรองเศษตะกอนออกก่อน ให้ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายป้อนเท่ากับค่าความเป็นกรด-เบสที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.3 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.5 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเริ่มต้น เพื่อนำไปวิเคราะห์
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลว ซึ่งใช้ในมอดูลเส้นใยกลวงคอลัมน์ดังนี้
สารละลายผสมของสารสกัด TOA ในทอลูอีน ความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทและสารหนูดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.4 ปริมาตร 800 มิลลิลิตร ยึดตรึงในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวงในชุดทดลอง
4. ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ชุดทดลองมอดูลของเส้นใยกลวงโดยมีอัตราการไหลเท่ากันที่ ต่ำกว่า 100 มิลลิลิตรต่อนาที ลักษณะการไหลเป็นแบบสวนทางกันและไหลผ่านชุดการทดลองแบบครั้งเดียว เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับขาออกเพื่อนำไปวิเคราะห์
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ (1) ถึง (4) โดยเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเท่ากันที่ 100, 150, 200, 300 และ 400 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับ
6. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไอออนปรอท เหล็ก และสารหนู ด้วยเครื่อง ICP Atomic Emission Spectrometer

3.3.7 ศึกษาจำนวนหอสกัดในการสกัดต่อการสกัดไอออนปรอทด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีองค์ประกอบของไอออนปรอทเจือปนโดยกรองเศษตะกอนออกก่อนให้ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายป้อนเท่ากับค่าความเป็นกรด-เบสที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.3 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.5 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเริ่มต้น เพื่อนำไปวิเคราะห์
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลว ซึ่งใช้ในมอดูลเส้นใยกลวงคอลัมน์ดังนี้
สารละลายผสมของสารสกัด TOA ในทอลูอิน ความเข้มข้นเท่ากับค่าความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทและสารหนูดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.4 ปริมาตร 800 มิลลิลิตร บิดครึ่งในรูปพุนจุลภาคของเส้นใยกลวงในชุดทดลอง
4. ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ชุดทดลองมอดูลเส้นใยกลวง โดยมีอัตราการไหลเท่ากันที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ลักษณะการไหลเป็นแบบสวนทางกัน และไหลผ่านชุดการทดลองแบบครั้งเดียว เก็บตัวอย่างสารละลายป้อนขาออกและสารละลายนำกลับขาออกทุกๆ 30 นาที
5. นำสารละลายป้อนที่ได้ออกมาจากมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงด้านขาออกในการสกัดหอแรก มาใช้เป็นสารละลายป้อนของการสกัดผ่านมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงหอที่ 2 นำสารละลายป้อนที่ได้ออกมาจากมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงด้านขาออกในการสกัดหอที่ 2 มาใช้เป็นสารละลายป้อนของการสกัดผ่านมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงหอที่ 3 นำสารละลายป้อนที่ได้ออกมาจากมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงด้านขาออกในการสกัดหอที่ 3 มาใช้เป็นสารละลายป้อนของการสกัดผ่านมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงหอที่ 4 เก็บตัวอย่างสารละลายป้อนขาออกและสารละลายนำกลับขาออกของแต่ละหอทุก ๆ 30 นาที เพื่อนำไปวิเคราะห์
6. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไอออนปรอท เหล็ก และสารหนู ด้วยเครื่อง ICP Atomic Emission Spectrometer

3.3.8 ศึกษาผลของอายุการใช้งานของเยื่อแผ่นเหลวต่อการสกัดไอออนปรอทด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายป้อนที่มีองค์ประกอบของไอออนปรอทเจือปนให้ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายป้อนเท่ากับค่าความเป็นกรด-เบสที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.3 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างเริ่มต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.5 ปริมาตร 5 ลิตร และเก็บตัวอย่างสารละลายนำกลับเริ่มต้น เพื่อนำไปวิเคราะห์
3. เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลว ซึ่งใช้ในมอดูลเส้นใยกลวงคอลัมน์ดังนี้
สารละลายผสมของสารสกัด TOA ในทอลูอีน ความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดแยกไอออนปรอทและสารหนูดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.4 ปริมาตร 800 มิลลิลิตร ยึดตรึงในรูปพูนจุลภาคของเส้นใยกลวงในชุดทดลอง
4. ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ชุดทดลองมอดูลเส้นใยกลวง โดยมีอัตราการไหลเท่ากับที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ลักษณะการไหลเป็นแบบสวนทางกัน และไหลผ่านชุดการทดลองแบบครั้งเดียว เก็บตัวอย่างสารละลายป้อนขาออกและสารละลายนำกลับขาออกทุกๆ 30 นาที เพื่อนำไปวิเคราะห์
5. นำตัวอย่างที่เก็บได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไอออนปรอท ด้วยเครื่อง ICP-AES และใช้วิธีวิเคราะห์ ICP atomic emission spectrometry
6. นำสารละลายป้อนที่ได้ออกมาจากมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงด้านขาออกในการสกัดรอบที่ 2 มาใช้เป็นสารละลายป้อนของการสกัดผ่านมอดูลของตัวพองเส้นใยกลวงรอบที่ 3
7. นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนปรอทด้วยเครื่อง ICP-AES และใช้วิธีวิเคราะห์ ICP atomic emission spectrometry

3.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดตัวรองรับเส้นใยกลวง

ในขั้นตอนการทดลองจะต้องมีการทำความสะอาดเครื่องมือและตัวรองรับเส้นใยกลวงทุกครั้งหลังจากทำการทดลอง เนื่องจากสารเคมีหรือสิ่งสกปรกต่างๆ สามารถเข้าไปอุดตันในรูพรุนเส้นใยกลวงได้ง่าย และจะขวางกั้นการไหลของสารละลายได้ ดังนั้นขั้นตอนการทำความสะอาดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้เทคนิคเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ใช้น้ำกลั่นไหลผ่านในมอดูลเส้นใยกลวง ประมาณ 10-15 นาที
- 2) เลือกใช้ตัวทำละลายที่สามารถละลายสารที่อุดตันในรูพรุนของเส้นใยกลวงได้ ซึ่งในที่นี้เลือกใช้กรดฟอสฟอริกผสมกับกรดไนตริกในสัดส่วนโดยปริมาตร 2 : 3 ให้ไหลวนในมอดูลเส้นใยกลวงเป็นเวลา 15-30 นาที
- 3) ใช้น้ำกลั่นไหลผ่านในมอดูลเส้นใยกลวง ประมาณ 10-15 นาที จนแน่ใจว่าสามารถกำจัดตัวทำละลายในรูพรุนของเส้นใยกลวงได้หมด
- 4) หลังจากการทำความสะอาดแล้วต้องทำให้เส้นใยกลวงแห้ง โดยให้อากาศไหลผ่านในมอดูลเส้นใยกลวง หรืออาจจะใช้ไอโซโพรพานอล (Isopropanol) ไหลวนเป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้เส้นใยกลวงแห้งเร็วยิ่งขึ้น