บทที่ 3
การทดลอง

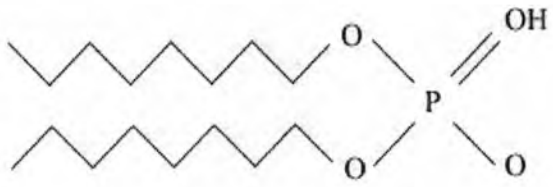
ในบทนี้จะกล่าวถึงสารเคมีและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งขั้นตอนและวิธีการทดลองในแต่ละตัวแปรที่ทำการศึกษาถึงการสกัดแยกแบบเสริมฤทธิ์ยูเรเนียมจากไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ได้จากกระบวนการแปรสภาพแร่โมนาไซต์โดยใช้เยื่อแผ่นเหลวที่พยุงด้วยเส้นใยกลวง

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

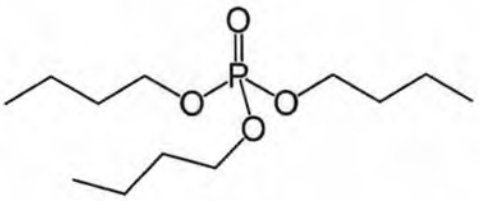
ตารางที่ 3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ชนิด	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	ระดับคุณภาพ	บริษัท
สารละลายป้อน	ไตรโซเดียมฟอสเฟต (ที่ได้จากกระบวนการย่อยแร่โมนาไซต์)	Na_3PO_4	-	สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ
สารละลายนำกลับ	กรดไนตริก	HNO_3	Analytical	Merck
สารสกัด	1. Di (2-ethylhexyl) Phosphoric Acid (D2EHPA)	$C_{16}H_{35}O_4P$	Analytical	BDH
	2. Tributylphosphate (TBP)	$C_{12}H_{27}O_4P$	Analytical	Merck
	3. Tri-n-octylamine (TOA)	$C_{24}H_{51}N$	Analytical	Merck
	4. MethyltrioOtylammonium Chloride (Aliquat336)	$C_{25}H_{54}ClN$	Analytical	Merck
	5. Cyanex923	-	Analytical	Merck
ตัวประสาน	1-Dodecanol	$C_{12}H_{26}O$	Analytical	Merck
สารละลายอินทรีย์	เคโรซีน (Jet A-1)	-	Commercial	ปตท.

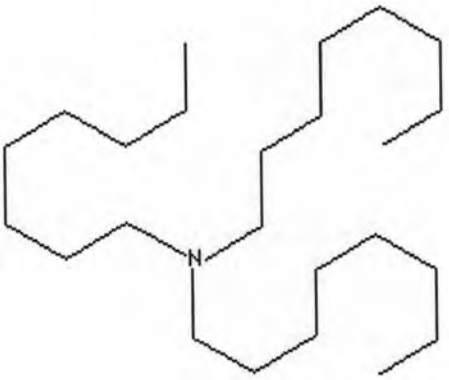
สูตรโครงสร้างของสารสกัดที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 3.1



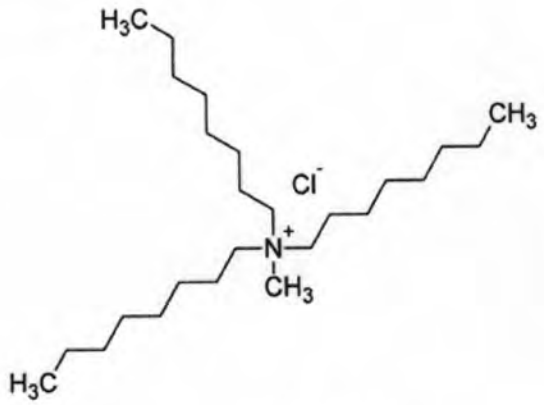
D2EHPA



TBP



TOA



Aliquat 336

รูปที่ 3.1 สูตรโครงสร้างของสารสกัด

Cyanex 923 คือ สารผสมของ Trialkylphosphine Oxide 4 ชนิด ประกอบไปด้วย

$$R_3P(O),\ R_2R'P(O),\ RR'_2P(O),\ R'_3P(O)$$

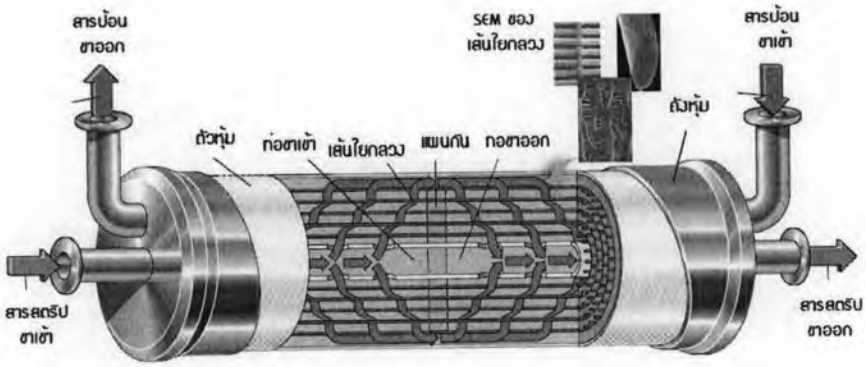
โดยที่ R = $[CH_3(CH_2)_7]$ - normal octyl

R' = $[CH_3(CH_2)_7]$ - normal hexyl

ซึ่งก็คือสารผสมระหว่าง Hexylphosphine Oxides และ Octylphosphine Oxides นั่นเอง

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงของ Celgard ® X-30 240 Microporous Polypropylene Hollow Fiber ดังรูปที่ 3.2 โดยที่ชุดเส้นใยกลวงมีข้อมูลรายละเอียดดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวง

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของคุณสมบัติต่างๆของชุดเส้นใยกลวง

คุณสมบัติ	ชนิด / ขนาด
วัสดุเส้นใยกลวง	โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเส้นใยกลวง	240 μm (ไมโครเมตร)
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของเส้นใยกลวง	300 μm
ขนาดรูพรุนที่มีประสิทธิภาพ	0.05 μm
ความพรุนของเส้นใยกลวง	30 %
ความดันแตกต่างสูงสุด	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 °C ถึง 60 °C
มิติของชุดเส้นใยกลวง (D×L)	2.5×8 inch

3.2.2 เครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP) เพื่อใช้ตรวจวัดค่าความเข้มข้นของยูเรเนียม

3.2.3 เครื่องสูบสารเคมี (Chemical Pump)

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต มีขั้นตอนดังนี้

(1) นำผลึกไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ได้มาจากการย่อยแร่โมนาไซต์ (อนุเคราะห์โดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ) มาละลายน้ำที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ผลึกไตรโซเดียมฟอสเฟตหนัก 200 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร

(2) ทำการละลายผลึกไตรโซเดียมฟอสเฟตรวมได้ปริมาตร 80 ลิตร เพื่อให้การทดลองแต่ละครั้งมีสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากัน

3.3.2 การศึกษาชนิดของสารสกัด D2EHPA, TBP, Cyanex 923, TOA และ Aliquat 336 ต่อการสกัดไอออนยูเรเนียมจากสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้มาเจือจางเป็น 2 เท่า ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 22 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัด D2EHPA เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีน ปริมาตร 700 มิลลิลิตร

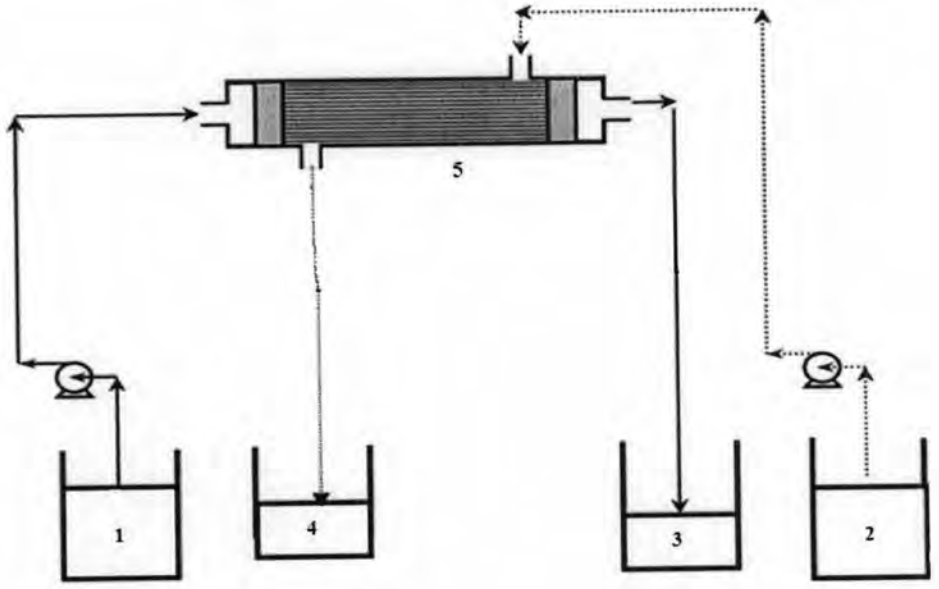
(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 5,10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เปลี่ยนสารสกัดที่ใช้เป็น TBP, Cyanex923, TOA และ Aliquat336 ตามลำดับ



รูปที่ 3.3 การปฏิบัติในลักษณะไหลผ่านครั้งเดียว (One Through Mode) ซึ่งของไหลในกระบวนการมีทิศทางการไหลสวนทางกันในตัวรองรับชุดเส้นใยกลวง โดยที่ 1 คือถังของสารละลายป้อนด้านขาเข้า, 2 คือถังของสารละลายนำกลับด้านขาเข้า, 3 คือถังของสารละลายป้อนด้านขาออก, 4 คือถังของสารละลายนำกลับด้านขาออก และ 5 คือตัวรองรับชุดเส้นใยกลวง

3.3.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัด D2EHPA และ Aliquat 336 ต่อการสกัดไอออนยูเรเนียมจากสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้มาเจือจางเป็น 2 เท่า ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 22 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัด D2EHPA เข้มข้น 0.02 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีน ปริมาตร 700 มิลลิลิตร

(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารสกัด D2EHPA ในข้อ 3 เป็น 0.04, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12 และ 0.14 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

(9) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 8 แต่เปลี่ยนสารสกัดในข้อ 3 และ 8 เป็น Aliquat336 และเติมตัวประสาน 1-Dodecanol ลงไป 5% โดยปริมาตรคือ 35 มิลลิลิตร

3.3.4 การศึกษาผลของชนิดและอัตราส่วนโดยปริมาตรของสารสกัดผสมในการสกัดแบบเสริมฤทธิ์ มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้มาเจือจางเป็น 2 เท่า ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 22 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัด Aliquat336 เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ผสมกับ TBP เข้มข้น 0.02 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีนปริมาตร 700 มิลลิลิตร และเติมตัวประสาน 1-Dodecanol ลงไป 5% โดยปริมาตรคือ 35 มิลลิลิตร

(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เปลี่ยนอัตราส่วนความเข้มข้นของ TBP ในข้อ 3 เป็น 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

(9) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 8 แต่เปลี่ยนสารสกัดผสมที่ใช้ในข้อ 3 เป็น Aliquat336 ผสมกับ D2EHPA

3.3.5 การศึกษาความเข้มข้นของไอออนยูเรเนียมในสารละลายป้อนไตรโซเดียมฟอสเฟต

มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้โดยไม่ต้องเจือจาง ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นของยูเรเนียมประมาณ 45 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัดผสมระหว่าง Aliquat336 เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ผสมกับ TBP เข้มข้น 0.06 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีนปริมาตร 700 มิลลิลิตร และเติมตัวประสาน 1-Dodecanol ลงไป 5% โดยปริมาตรคือ 35 มิลลิลิตร

(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายป้อนในข้อ 1 โดยทำการเจือจางเป็น 2, 3 และ 4 เท่าตามลำดับ ซึ่งจะมีความเข้มข้นของยูเรเนียมประมาณ 22, 15 และ 10 ppm ตามลำดับ

3.3.6 การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายนำกลับกรดไนตริกต่อการสกัดไอออนยูเรเนียมจากสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้โดยไม่ต้องเจือจาง ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นของยูเรเนียมประมาณ 45 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัดผสมระหว่าง Aliquat336 เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ผสมกับ TBP เข้มข้น 0.06 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีนปริมาตร 700 มิลลิลิตร และเติมตัวประสาน 1-Dodecanol ลงไป 5% โดยปริมาตรคือ 35 มิลลิลิตร

(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกในสารละลายนำกลับในข้อ 2 เป็น 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

3.3.7 การศึกษาอัตราการไหลของสารละลายป้อนต่อการสกัดไอออนยูเรเนียมจากสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้โดยไม่ต้องเจือจาง ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นของยูเรเนียมประมาณ 45 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัดผสมระหว่าง Aliquat336 เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ผสมกับ TBP เข้มข้น 0.06 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีนปริมาตร 700 มิลลิลิตร และเติมตัวประสาน 1-Dodecanol ลงไป 5% โดยปริมาตรคือ 35 มิลลิลิตร

(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตในข้อ 1 ให้มีปริมาตร 6 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายป้อนเป็น 120 มิลลิลิตรต่อนาที

(9) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตในข้อ 1 ให้มีปริมาตร 7 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายป้อนเป็น 140 มิลลิลิตรต่อนาที

(10) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตในข้อ 1 ให้มีปริมาตร 8 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายป้อนเป็น 160 มิลลิลิตรต่อนาที

(11)ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตในข้อ 1 ให้มีปริมาตร 9 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายป้อนเป็น 180 มิลลิลิตรต่อนาที

3.3.8 การศึกษาอัตราการไหลของสารละลายนำกลับต่อการสกัดไอออนยูเรเนียมจากสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้โดยไม่ต้องเจือจาง ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นของยูเรเนียมประมาณ 45 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัดผสมระหว่าง Aliquat336 เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ผสมกับ TBP เข้มข้น 0.06 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีนปริมาตร 700 มิลลิลิตร และเติมตัวประสาน 1-Dodecanol ลงไป 5% โดยปริมาตรคือ 35 มิลลิลิตร

(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตรในข้อ 2 ให้มีปริมาตร 6 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายนำกลับในข้อ 5 เป็น 120 มิลลิลิตรต่อนาที

(9) ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตรในข้อ 2 ให้มีปริมาตร 7 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายนำกลับในข้อ 5 เป็น 140 มิลลิลิตรต่อนาที

(10)ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตรในข้อ 2 ให้มีปริมาตร 8 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายนำกลับในข้อ 5 เป็น 160 มิลลิลิตรต่อนาที

(11)ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 7 แต่เตรียมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตรในข้อ 2 ให้มีปริมาตร 9 ลิตร และเปลี่ยนอัตราการไหลของสารละลายนำกลับในข้อ 5 เป็น 180 มิลลิลิตรต่อนาที

3.3.9 การศึกษาจำนวนรอบในการสกัดไอออนยูเรเนียมจากสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต

มีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมสารละลายป้อนโดยนำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ละลายเตรียมไว้ก่อนหน้านี้โดยไม่ต้องเจือจาง ปริมาตร 5 ลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นของยูเรเนียมประมาณ 45 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และเก็บตัวอย่างสารละลายป้อนเริ่มต้นไว้วิเคราะห์

(2) เตรียมสารละลายนำกลับซึ่งเป็นสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 ลิตร

(3) เตรียมสารละลายเยื่อแผ่นเหลวซึ่งเป็นสารละลายของสารสกัดผสมระหว่าง Aliquat336 เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ผสมกับ TBP เข้มข้น 0.06 โมลต่อลิตร ในตัวทำละลายเคโรซีนปริมาตร 700 มิลลิลิตร และเติมตัวประสาน 1-Dodecanol ลงไป 5% โดยปริมาตรคือ 35 มิลลิลิตร

(4) ป้อนสารละลายเยื่อแผ่นเหลวเข้าไปในโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงทั้งทางด้านฝั่งท่อและฝั่งเปลือก ให้ไหลเวียนประมาณ 40 นาที เพื่อให้เยื่อแผ่นเหลวยึดตรึงอยู่ในรูพรุนจุลภาคของเส้นใยกลวง

(5) ป้อนสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับเข้าสู่ตัวรองรับชุดเส้นใยกลวงพร้อม ๆ กันในลักษณะสวนทางกันและไหลผ่านครั้งเดียว โดยมีอัตราการไหลโดยปริมาตรทั้งสองฝั่งที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.3

(6) เก็บตัวอย่างของสารละลายป้อนและสารละลายนำกลับด้านขาออกที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที รวมทั้งที่ผสมรวมกันอยู่ในถังด้านขาออกเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว

(7) นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนยูเรเนียมด้วยเครื่อง Inductively Couples Plasma Spectroscopy (ICP)

(8) นำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ได้ออกมาจากโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงด้านขาออกในการสกัดรอบแรก มาใช้เป็นสารละลายป้อนของการสกัดผ่านโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงรอบที่ 2

(9) ทำซ้ำข้อ 2 ถึง 7

(10)นำสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ได้ออกมาจากโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงด้านขาออกในการสกัดรอบที่ 2 มาใช้เป็นสารละลายป้อนของการสกัดผ่านโมดูลของตัวพยุงเส้นใยกลวงรอบที่ 3

(11)ทำซ้ำข้อ 2 ถึง 7