

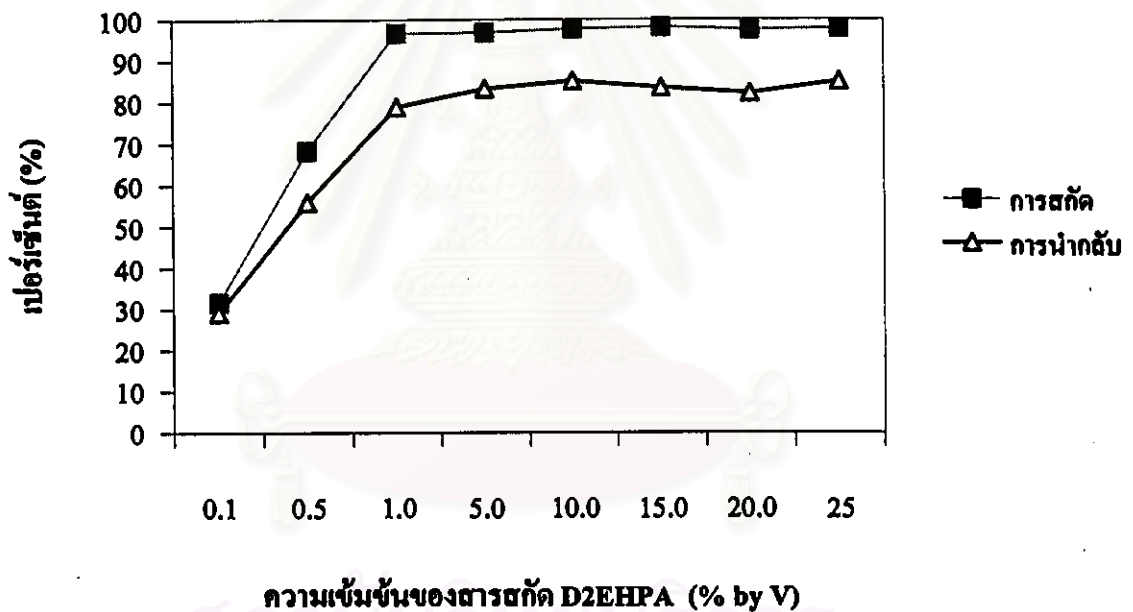
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายผสมกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตด ต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง โดยมีสารสกัดคือ Di-2-Ethylhexyl Phosphoric Acid (D2EHPA) ทำการศึกษาปฏิบัติการในเงื่อนไขต่างๆ เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของเงื่อนไขนั้นๆ ต่อประสิทธิภาพของกระบวนการสกัด เริ่มจากการศึกษาเพื่อเลือกช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสม ต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง โดยศึกษาที่ความเข้มข้นของสารสกัด [D2EHPA] ในช่วงความเข้มข้นเท่ากับ 0.1% ถึง 25% โดยปริมาตร ต่อจากนั้นจะใช้ผลของ [D2EHPA] ในช่วงที่เหมาะสมนั้น ศึกษาถึงปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อไป โดยในการทดลองต่อมาจะใช้สารละลายบัฟเฟอร์ซึ่งเป็นสารละลายผสมกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตดความเข้มข้นเท่ากันเท่ากับ 0.2 โมลต่อลิตรในสัดส่วนผสมเท่ากับ 1:2.39 โดยปริมาตร ซึ่งสารละลายบัฟเฟอร์ที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5 เข้าร่วมในการสกัดในช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมที่เลือกศึกษานั้น การทดลองต่อมาจะศึกษาสัดส่วนของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อน ที่มีผลต่อกระบวนการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง จากนั้นจะศึกษาถึงอิทธิพลของอัตราการไหลต่อกระบวนการการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยผลการศึกษาสามารถแบ่งผลการทดลองเป็นส่วนย่อยๆ เช่นเดียวกับวิธีการทดลองเพื่อง่ายต่อการพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาเลือกช่วงของความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการศึกษา การสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง

ศึกษาการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวงที่ความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 0.1%, 0.5%, 1.0%, 5.0%, 10.0%, 15.0%, 20.0% และ 25.0% โดยปริมาตรตามลำดับ เพื่อศึกษาเลือกช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการศึกษาดังอิทธิพลของเงื่อนไขอื่นๆ ต่อไป โดยได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4-1 (ข้อมูลจากการทดลองสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-1)



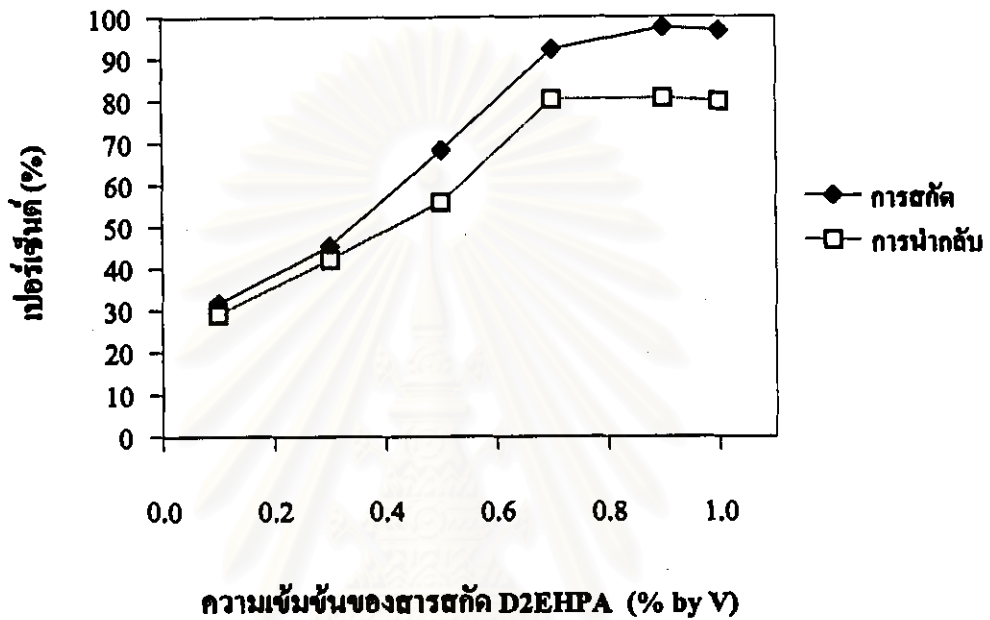
รูปที่ 4-1 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดและเปอร์เซ็นต์การนำกลับ กับ [D2EHPA] ที่ละลายใน Kerosene Jet A-1 เท่ากับ 0.1%, 0.5%, 1.0%, 5.0%, 10.0%, 15.0%, 20.0% และ 25% โดยปริมาตร ตามลำดับ: $[Zn^{2+}]_f = 100 \text{ ppm}$, $V_f = 5 \text{ liters}$, $Q_f = 100 \text{ ml/min}$, $[H_2SO_4]_s = 0.1 \text{ mole/l}$, $V_s = 5 \text{ liters}$, $Q_s = 100 \text{ ml/min}$ โดยการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-1 พบว่าการสกัดและการนำกลับจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น โดยพบว่าช่วงความเข้มข้นของสารสกัดไม่เกิน 1.0% โดยปริมาตร จะมีความแตกต่างของประสิทธิภาพในการสกัดและการนำกลับอย่างเด่นชัด แต่เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดมากกว่า 1.0% โดยปริมาตร ประสิทธิภาพในการสกัดและการนำกลับมีความแตกต่างกันไม่มาก ถึงแม้ว่าปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดจะแตกต่างกันอย่างมากก็ตาม และเมื่อพิจารณาถึงค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลว (ข้อมูลค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลวและตัวอย่างการคำนวณสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-7 และภาคผนวก ง) จากข้อมูลค่าฟลักซ์จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้น กระบวนการจะมีค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลสูงขึ้นด้วย กอปรกับผลการคำนวณสมมูลมวลสารและผลการเปรียบเทียบปริมาณ [D2EHPA] กับปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการ (ข้อมูลสมมูลมวลสาร, ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณ [D2EHPA] กับไอออนสังกะสีและตัวอย่างการคำนวณสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-12, ข-17 และภาคผนวก ง) พบว่าปริมาณ [D2EHPA] ที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณมากเพียงพอต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยถลุง จึงจะเห็นได้จากปริมาณ [D2EHPA] มีค่าเป็นบวก โดยผลที่ได้จากการทดลองนี้จะเห็นว่าสอดคล้องกับผลจากการคำนวณ และเมื่อพิจารณาถึงช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยถลุงในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว สามารถเลือกช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการศึกษาการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยถลุงได้ในช่วงความเข้มข้นของสารสกัดไม่เกิน 1.0% โดยปริมาตร

4.2 ผลการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการสกัดและการนำกลับไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยถลุง

จากผลการทดลองศึกษาเลือกช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมสามารถเลือกช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมได้ในช่วงความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 0.1% ถึง 1.0% โดยปริมาตร ทำการศึกษาถึงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมในการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วย

เยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวง โดยศึกษาที่ความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตรตามลำดับได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4-2 (ข้อมูลการทดลองสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-2)



รูปที่ 4-2 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดและการนำกลับ กับ [D2EHPA] ที่ละลายใน Kerosene Jet A-1 เท่ากับ 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตรตามลำดับ: $[Zn^{2+}]_r = 100 \text{ ppm}$, $V_r = 5 \text{ liters}$, $Q_r = 100 \text{ ml/min}$, $[H_2SO_4]_s = 0.1 \text{ mole/l}$, $V_s = 5 \text{ liters}$, $Q_s = 100 \text{ ml/min}$ โดยการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-2 เมื่อพิจารณาถึงสมการการสกัดและสมการนำกลับของกระบวนการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวงดังนี้
จากปฏิกิริยาการสกัด



และปฏิกิริยาการนำกลับ



โดยที่ RH คือสารสกัด Di-2-Ethylhexyl Phosphoric Acid

พิจารณาปฏิกิริยาการสกัดสามารถเขียนสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ดังสมการดังนี้
สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า

$$r_{ex,forward} = k_{1ex} [Zn^{2+}] [(RH)_2]^{1.5}$$

และสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ .

$$-r_{ex,reverse} = k_{2ex} [ZnR_2 \cdot RH] [H^+]^2$$

จากสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหน้า ($r_{ex,forward}$) มีค่าสูงขึ้นดังนั้นปฏิกิริยาการสกัดจึงดำเนินการสกัดไปข้างหน้าสูงขึ้น ทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพในการสกัดสูงขึ้น โดยเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองพบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการสกัดจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีอัตราการเกิดปฏิกิริยา (Rate Law)

และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาการนำกลับสามารถเขียนสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ดังสมการ
ดังนี้
สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า

$$r_{re,forward} = k_{1re} [ZnR_2 \cdot RH] [H^+]^2$$

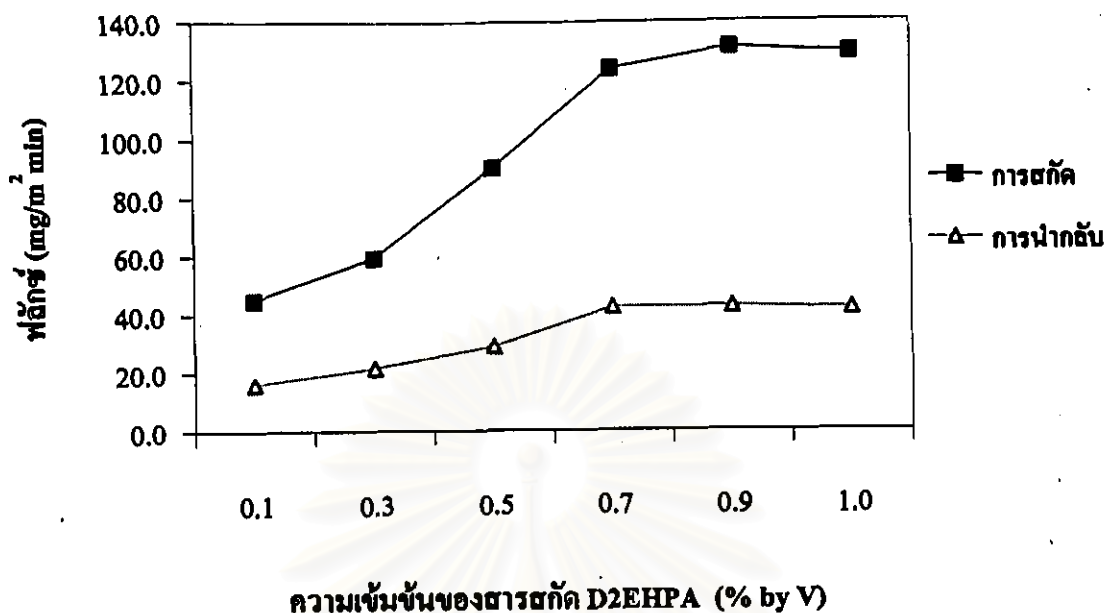
และสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

$$-r_{re,reverse} = k_{2re} [Zn^{2+}] [(RH)_2]^{1.5}$$

ซึ่งจากผลต่อเนื่องกันจากขั้นตอนการสกัดเมื่อพิจารณาที่สมการการนำกลับพบว่า เมื่อการสกัดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาค่าเดินไปข้างหน้าสูงส่งผลให้ความเข้มข้นของไอออนเชิงซ้อนของไอออนสังกะสีกับสารสกัด $(ZnR_2 \cdot RH)$ สูงขึ้นด้วยเช่นกัน ส่งผลให้ค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาในสมการการนำกลับค่าเดินไปข้างหน้ามีค่าสูงขึ้น ดังนั้นปฏิกิริยาการนำกลับจึงดำเนินการนำกลับไอออนสังกะสีสูงขึ้น จึงเป็นเหตุให้เกิดการนำกลับในอัตราที่สูงขึ้นทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพในการนำกลับสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้นไปนั่นเอง โดยเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองพบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการนำกลับจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นว่าสอดคล้องกับทฤษฎีอัตราการเกิดปฏิกิริยา (Rate Law) เช่นเดียวกันกับขั้นตอนการสกัด

และเมื่อพิจารณาค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลวในกระบวนการสกัดและการนำกลับ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4-3 (ข้อมูลค่าฟลักซ์และตัวอย่างการคำนวณสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-8 และภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-3 แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟลักซ์ในการสกัดและการนำกลับ กับ [D2EHPA] ที่ละลายใน Kerosene Jet A-1 เท่ากับ 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตรตามลำดับ: $[Zn^{2+}]_f = 100$ ppm, $V_f = 5$ liters, $Q_f = 100$ ml/min, $[H_2SO_4]_s = 0.1$ mole/l, $V_s = 5$ liters, $Q_s = 100$ ml/min โดยการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

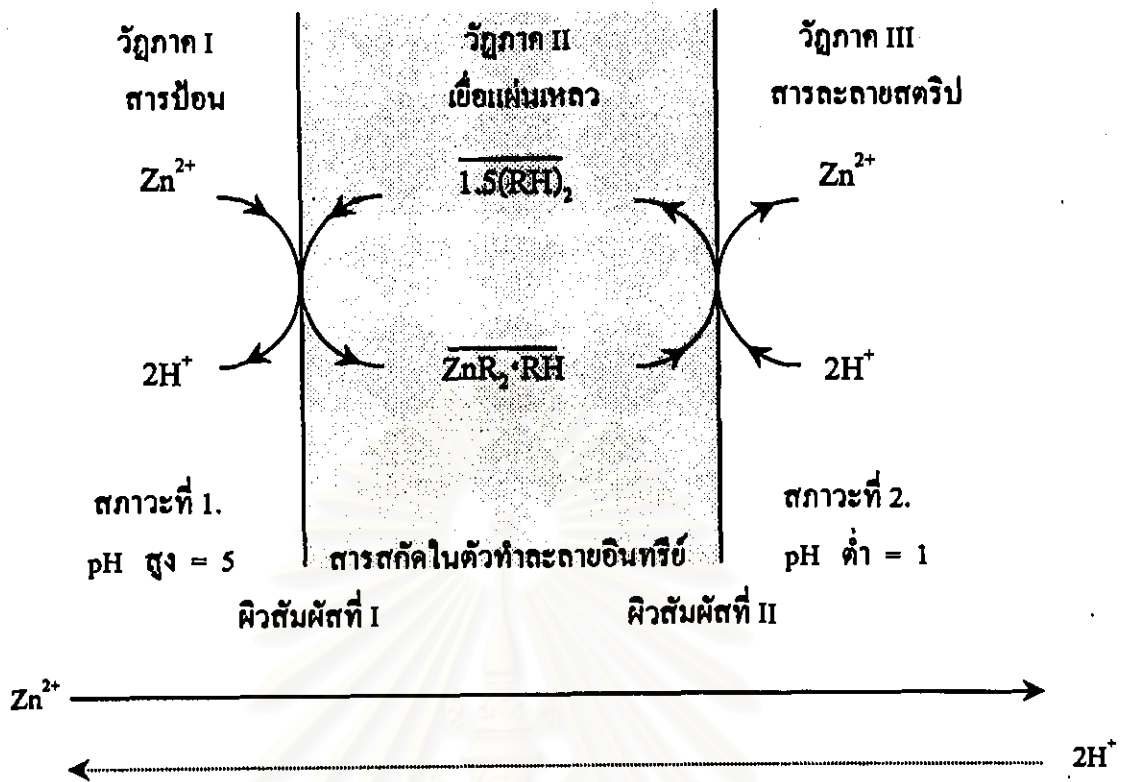
จากรูปที่ 4-3 เมื่อพิจารณาถึงค่าฟลักซ์ของการถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลวของการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวงพบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้น ทำให้กระบวนการมีค่าฟลักซ์ของการถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลวสูงขึ้น ส่งผลให้การสกัดและการนำกลับมีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั่นเอง จากผลการทดลองจะเห็นว่าค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลในการสกัดมีค่าสูงกว่าค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลในการนำกลับ แสดงให้เห็นว่าในกระบวนการนี้ การสะสมของไอออนสังกะสีซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลการคำนวณสมดุลมวลสาร (ข้อมูลสมดุลมวลสารและตัวอย่างการคำนวณสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-13 และภาคผนวก ง) พบว่ามีไอออนสังกะสีสะสมอยู่จริงในกระบวนการ โดยปริมาณการสะสมของไอออนสังกะสีในกระบวนการสอดคล้องกับผลการคำนวณความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้การทดลอง (ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณ [D2EHPA] กับ

ปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการและตัวอย่างการคำนวณสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-18 และภาคผนวก ง)

ซึ่งจากผลการทดลองประสิทธิภาพของกระบวนการและผลของค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลว พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตร จะมีประสิทธิภาพของกระบวนการและค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลวที่ใกล้เคียงกัน โดยเมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วจะเห็นว่า ที่ปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 0.9% โดยปริมาตร เป็นจุดวกกลับของค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลว ดังนั้นปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการสกัดและการนำกลับไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวงจึงเท่ากับ 0.9% โดยปริมาตร

4.3 ผลการศึกษาการใช้สารละลายผสมระหว่าง กรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตต (สารละลายบัฟเฟอร์) ต่อการสกัดและการนำกลับไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวงที่ปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดต่างๆ

ศึกษาทดลองการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ซึ่งเป็นสารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตตที่สัดส่วนผสมเท่ากับ 1:2.39 โดยปริมาตร สารละลายที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5 เข้าร่วมในกระบวนการสกัด และเมื่อพิจารณาผลของการสกัดไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวดังนี้



รูปที่ 4-4 แสดงกลไกการเคลื่อนผ่านเยื่อแผ่นเหลวของไอออนสังกะสีและไฮโดรเนียมไอออน

จากกลไกการสกัดจะเห็นว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งเป็นสภาวะของกระบวนการสกัด จะถูกปรับให้เกิดความแตกต่างเพื่อให้เป็นแรงขับในการสกัด และเมื่อพิจารณาสมการปฏิกิริยาการสกัดที่ผิวสัมผัสที่ I ดังปฏิกิริยา

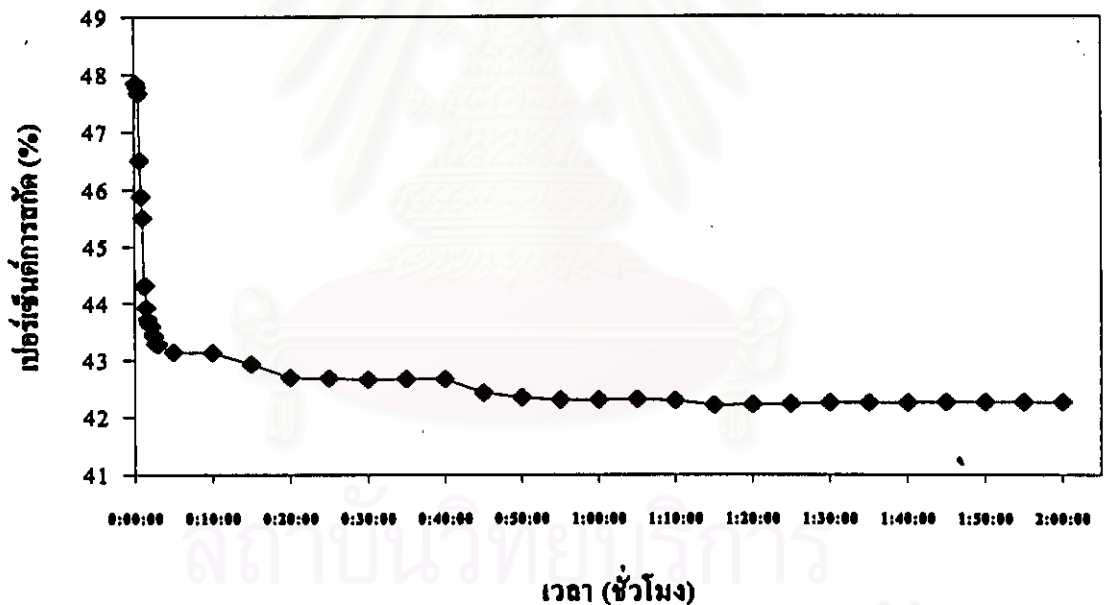


จะเห็นว่าปริมาณไฮโดรเนียมไอออนจะมีกลไกการเคลื่อนผ่านเยื่อแผ่นเหลวเป็นแบบสวนทางกันกับไอออนสังกะสี โดยเมื่อกระบวนการสกัดเริ่มดำเนินไปไอออนสังกะสีจะถูกสกัดออกจากภูมิภาคของสารป้อน แต่ไฮโดรเนียมไอออนจะเคลื่อนตัวเข้าสู่ภูมิภาคของสารป้อนทำให้ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนในภูมิภาคของสารป้อนเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของภูมิภาคของสารป้อนลดต่ำลงยังผลให้ความแตกต่างของสภาวะในการสกัดของระบบลดต่ำลง นั่นคือมีแรงขับที่ทำให้เกิดการสกัดลดต่ำลงนั่นเอง ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยสมการอัตรา

การเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับตามทฤษฎีอัตราการเกิดปฏิกิริยา (Rate Law) โดยเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาการสกัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับสามารถเขียนได้ดังสมการดังนี้

$$-r_{ex,reverse} = k_{2ex} [ZnR_2 \cdot RH] [H^+]^2$$

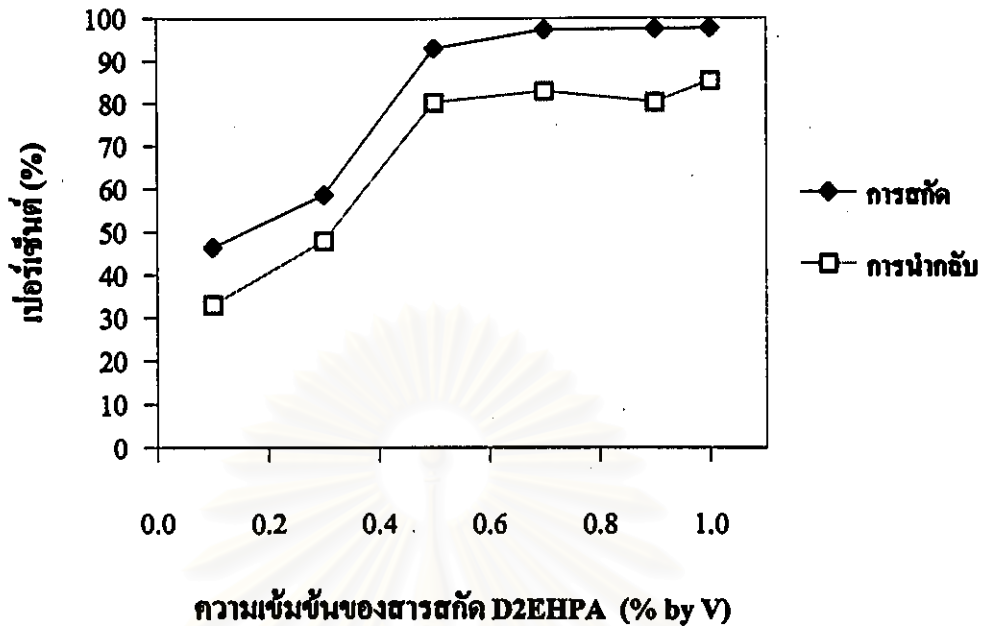
จากสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเห็นว่าเมื่อปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนสูงขึ้น จะทำให้ค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าสูงขึ้นด้วย ส่งผลให้การสกัดพยายามเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ จึงเป็นเหตุให้การสกัดมีประสิทธิภาพลดต่ำลงนั่นเอง และจากการทดลองการสกัดด้วยตัวทำละลายเพื่อทดสอบทฤษฎีดังกล่าวได้ผลดังรูปที่ 4-5 (ข้อมูลผลการทดลองการสกัดด้วยตัวทำละลายสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-1)



รูปที่ 4-5 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัด กับ เวลา ในการทดลองการสกัดด้วยตัวทำละลาย : $[Zn^{2+}]$ เริ่มต้น = 100 ppm, $V = 1$ ลิตร, สารละลายอินทรีย์ คือ Kerosene Jet A-1 มีสารสกัด D2EHPA ละลายอยู่ 5% โดยปริมาตร, ตั้ดส่วนโดยปริมาตรของสารอินทรีย์ต่อสารละลายเริ่มต้นเท่ากับ 1:5 โดยการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-5 แสดงผลการทดลองการสกัดด้วยตัวทำละลายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการสกัดซึ่งพิจารณาจาก %การสกัดพบว่าการสกัดในช่วงแรกๆ ของกระบวนการสกัดจะมีประสิทธิภาพในการสกัดสูง แต่ประสิทธิภาพในการสกัดจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากผลของปริมาณไฮโดรเนียมไอออนที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้แรงขับในการสกัดจากความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างของระบบลดต่ำลง ยังผลให้กระบวนการมีประสิทธิภาพในการสกัดลดต่ำลงด้วย ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นว่าได้ผลสอดคล้องกับกลไกการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลว และทฤษฎีอัตราการเกิดปฏิกิริยา (Rate Law) นั้นเอง

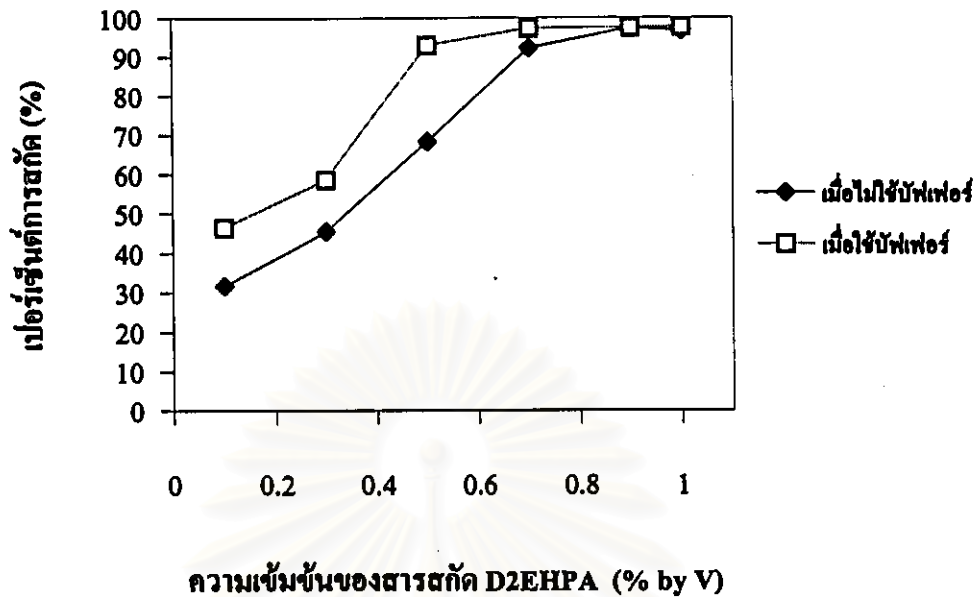
ดังนั้นเพื่อรักษาระดับความแตกต่างของสถานะของระบบในงานวิจัยนี้จึงนำสารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถต้านทานการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างได้ เมื่อระบบถูกรบกวนจากการเพิ่มขึ้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในปริมาณเพียงเล็กน้อย เข้าร่วมในการสกัดโดยจากกลไกและสมการการสกัดเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัดแล้ว คู่เบสของสารละลายบัฟเฟอร์ (ในงานวิจัยนี้คือ CH_3COO^-) จะเข้าทำปฏิกิริยากับไฮโดรเนียมไอออนที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ภูมิภาคของสารบิออน ทำให้ความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างของกระบวนการ ซึ่งเป็นสถานะของกระบวนการสกัดยังคงดำรงอยู่ แสดงให้เห็นว่าระดับของแรงขับที่ทำให้เกิดการสกัดก็ยังคงดำรงอยู่ด้วยเช่นกัน เป็นเหตุให้กลไกการสกัดดำเนินไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ภูมิภาคทั้งสองยังคงสัมผัสกันอยู่ ซึ่งผลการศึกษาถึงอิทธิพลของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พูนด้วยเส้นใยกลวง ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4-6 (ข้อมูลผลการทดลองสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-4)



รูปที่ 4-6 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดและการนำกลับ กับ [D2EHPA] ที่ละลายใน Kerosene Jet A-1 เท่ากับ 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตรตามลำดับ สัดส่วนของสารละลายบัฟเฟอร์คือสารป้อนเท่ากับ 1:50 โดยปริมาตร : $[Zn^{2+}]_f = 100 \text{ ppm}$, $V_f = 5 \text{ liters}$, $Q_f = 100 \text{ ml/min}$, $[H_2SO_4]_s = 0.1 \text{ mole/l}$, $V_s = 5 \text{ liters}$, $Q_s = 100 \text{ ml/min}$ โดยการใช้วิธีการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-6 พบว่าเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์ซึ่งเป็นสารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตดเข้าร่วมในกระบวนการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง เมื่อความเข้มข้นของสารสกัด [D2EHPA] สูงขึ้นกระบวนการสกัดจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งมีผลสอดคล้องกันกับผลการทดลองที่ไม่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในกระบวนการแสดงให้เห็นว่าในเงื่อนไขการทดลองในงานวิจัยนี้ สารละลายบัฟเฟอร์ไม่มีผลที่ขัดต่อการถ่ายโอนมวลของไอออนสังกะสีผ่านเยื่อแผ่นเหลว

โดยเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสกัดระหว่างการใช้และไม่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ได้ผลดังรูปที่ 4-7 (ข้อมูลผลการทดลองสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-3 และ ข-4 ตามลำดับ)



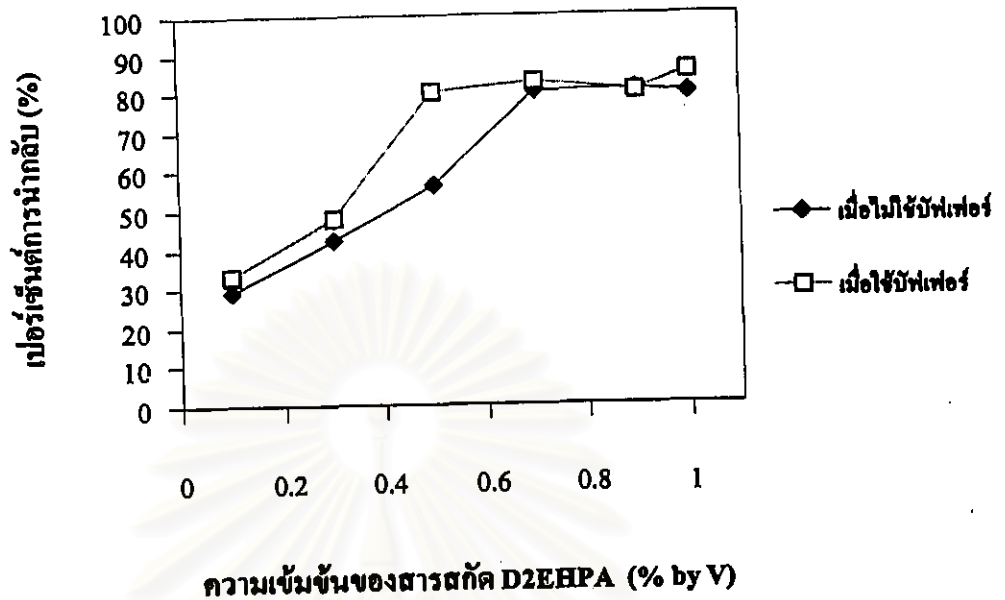
รูปที่ 4-7 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัด กับ [D2EHPA] ที่ละลายใน Kerosene Jet A-1 เท่ากับ 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตร ตามลำดับ เปรียบเทียบกับผลจากชุดทดลองที่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัดที่สัดส่วนสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อนเท่ากับ 0.02: $[Zn^{2+}]_f = 100$ ppm, $V_f = 5$ liters, $Q_f = 100$ ml/min, $[H_2SO_4]_s = 0.1$ mole/l, $V_s = 5$ liters, $Q_s = 100$ ml/min โดยการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-7 พบว่าเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัดทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดสูงขึ้น ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองนี้สอดคล้องกันกับทฤษฎีและกลไกการสกัดดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จากผลการทดลองจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวงลดต่ำลงจาก 0.9% โดยปริมาตรเป็น 0.5% โดยปริมาตร และพบว่าทั้งกระบวนการที่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์และกระบวนการที่ไม่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันเมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดในเยื่อแผ่นเหลวสูงเกินกว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของกระบวนการที่ไม่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ นั่นคือที่ [D2EHPA] เท่ากับ

0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตร แสดงให้เห็นว่าสารละลายบัฟเฟอร์จะมีอิทธิพลอย่างมากต่อกระบวนการสกัดแยกไอออนสังกะสี ที่ความเข้มข้นของสารสกัดในเยื่อแผ่นเหลวต่ำกว่าค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมก่อนใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัด นั่นเป็นเพราะว่าเมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่สูงเกินกว่าความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมนั้น ผลอันเนื่องมาจากปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดจะมีอิทธิพลสูงกว่าผลของการใช้สารละลายบัฟเฟอร์นั่นเอง

โดยจากผลการทดลองของกระบวนการสกัดเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัด พบว่าความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 0.5%, 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตร ประสิทธิภาพของการสกัดและการนำกลับจะมีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกัน ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วจะเห็นว่า ปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการสกัดและการนำกลับไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยเส้นใยกลวง เมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัด คือ 0.5% โดยปริมาตรนั่นเอง ซึ่งจากผลการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ข้างต้นยังผลให้การสกัดดำเนินไปอย่างต่อเนื่องนั้น ทำให้เกิดไอออนเชิงซ้อนของสารสกัดกับไอออนสังกะสีอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกันทำให้การนำกลับประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย ซึ่งผลของการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีอิทธิพลต่อการนำกลับแสดงได้ดังรูปที่ 4-8 (ข้อมูลผลการทดลองสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-4)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



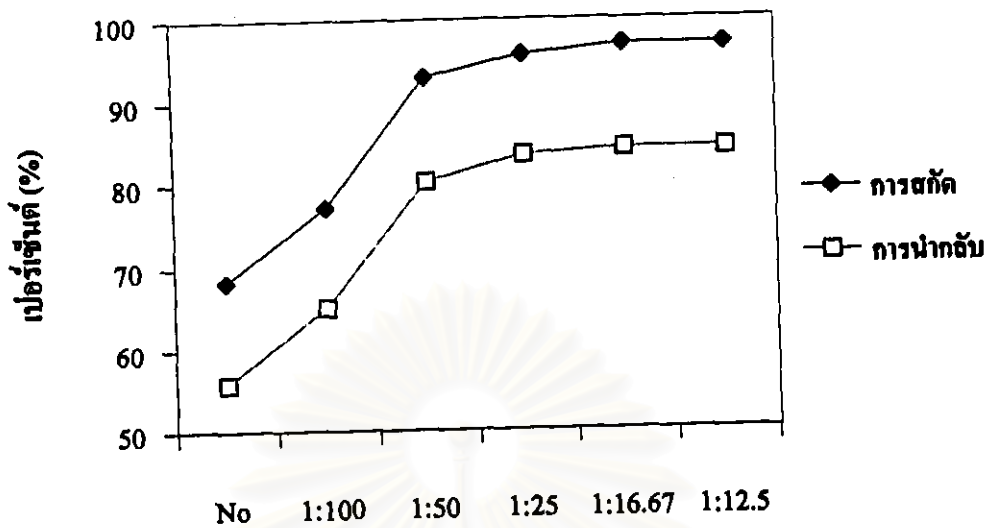
รูปที่ 4-8 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การนำกลับ กับ [D2EHPA] ที่ละลายใน Kerosene Jet A-1 เท่ากับ 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9% และ 1.0% โดยปริมาตร ตามลำดับ เปรียบเทียบกับผลจากชุดทดลองที่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัดที่สัดส่วน สารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อนเท่ากับ 0.02: $[Zn^{2+}]_f = 100$ ppm, $V_f = 5$ liters, $Q_f = 100$ ml/min, $[H_2SO_4]_s = 0.1$ mole/l, $V_s = 5$ liters, $Q_s = 100$ ml/min โดยการปฏิบัติการ แบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-8 ผลของประสิทธิภาพในการนำกลับเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัด เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ พบว่าการนำกลับมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลว (ข้อมูลค่าฟลักซ์และตัวอย่างการคำนวณ สามารถดูได้จากภาคผนวก ข-9) พบว่าเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในกระบวนการสกัด เพื่อรักษาภาวะของกระบวนการทำให้เกิดความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างของระบบอย่างต่อเนื่อง ทำให้กระบวนการมีค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลวสูงขึ้น จึงเป็นเหตุให้กระบวนการมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัดนั่นเอง และเมื่อพิจารณาสมมูลมวลสารและปริมาณสารสกัดที่ใช้ในการทดลองกับปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมใน

กระบวนการ (ข้อมูลสมมูลมวลและปริมาณ [D2EHPA] เทียบกับปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-14 และ ข-19 ตามลำดับ) ซึ่งพบว่าปริมาณการสะสมของไอออนสังกะสีในกระบวนการ มีปริมาณสอดคล้องกันกับปริมาณ [D2EHPA] ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่า [D2EHPA]_{.....} มีค่าเป็นบวกซึ่งแสดงว่าปริมาณ [D2EHPA] ที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณเพียงพอที่จะรองรับปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนของไอออนสังกะสีกับสารสกัดที่สะสมอยู่ในกระบวนการได้นั่นเอง ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าสารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารส่งเสริมการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวง ทำให้การสกัดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

4.4 ผลการศึกษาสัดส่วนโดยปริมาตรของสารละลายผสมกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตต (สารละลายบัฟเฟอร์) กับสารละลายที่มีองค์ประกอบของไอออนสังกะสี (สารป้อน) ต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวง

ศึกษาถึงสัดส่วนโดยปริมาตรของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อน ที่มีอิทธิพลต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวง โดยสารละลายบัฟเฟอร์เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตตในสัดส่วนผสมที่ทำให้สารละลายมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5 และศึกษาการสกัดแยกที่สัดส่วนโดยปริมาตรของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อนเท่ากับ 1:100, 1:50, 1:25, 1:16.67 และ 1:12.50 ตามลำดับซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4-9 (ข้อมูลผลการทดลองสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-5)



สัดส่วนของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อน

รูปที่ 4-9 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดและการนำกลับ กับสัดส่วนโดยปริมาตรของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อนเท่ากับ 1:100, 1:50, 1:25, 1:16.67 และ 1:12.50 ตามลำดับ: $[Zn^{2+}]_f = 100$ ppm, $V_f = 5$ liters, $Q_f = 100$ ml/min, $[H_2SO_4]_s = 0.1$ mole/l, $V_s = 5$ liters, $Q_s = 100$ ml/min โดยการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-9 เมื่อสัดส่วนของสารละลายบัฟเฟอร์กับสารป้อนสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการสกัดและการนำกลับก็มีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัด จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัดจะทำให้กระบวนการสกัดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลว (ข้อมูลค่าฟลักซ์ และตัวอย่างการคำนวณสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-10 และภาคผนวก ง) จะเห็นว่าเมื่อปริมาณสัดส่วนของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อนสูงขึ้น ทำให้กระบวนการมีปริมาณสารละลายบัฟเฟอร์ในการดำเนินการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ อันเนื่องมาจากการถ่ายโอนมวลสวนทางกันของไฮโดรเนียมไอออนกับไอออนสังกะสีได้สูงขึ้น กระบวนการจึงมีความแตกต่างของสถานะในการสกัดเกิดเป็นแรงขับอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาทำให้ค่าฟลักซ์ในการสกัดมีค่าสูง

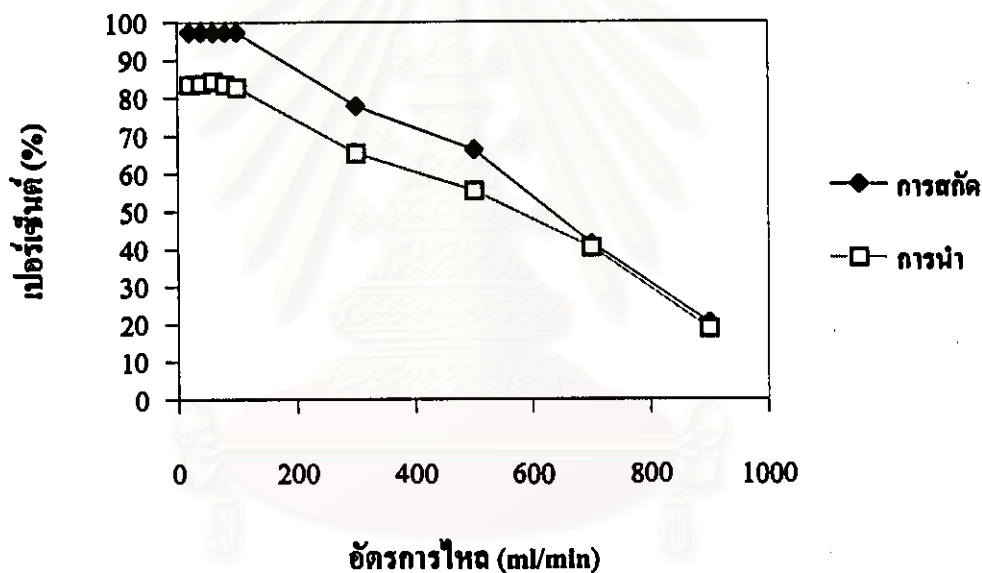
ส่งผลให้กระบวนการมีประสิทธิภาพในการสกัดสูงนั่นเอง และเมื่อพิจารณาสมมูลมวลและปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดกับปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการ (ข้อมูลสมมูลและผลเปรียบเทียบ [D2EHPA] ที่ใช้ในการทดลองกับปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการ สามารถดูได้จากภาคผนวก ข-15 และ ข-20) จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าปริมาณสารสกัดที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณมากเพียงพอต่อการเกิดปฏิกิริยา ดังจะเห็นได้จากปริมาณ [D2EHPA] ในการทดลองมีปริมาณมากกว่าปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการนั่นคือมี [D2EHPA]_{excess} มีค่าเป็นบวกนั่นเอง

โดยเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์พบว่ามีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายได้จำนวนจำกัด ซึ่งขึ้นกับความเข้มข้นขององค์ประกอบของสารละลายผสมในสารละลายบัฟเฟอร์นั้น ดังจะเห็นได้จากผลจากการทดลองพบว่าที่สัดส่วนของสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสารป้อนเท่ากับ 1:100 จะมีประสิทธิภาพในการสกัดและการนำกลับด้อยกว่าที่สัดส่วนอื่นๆ ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณสกัดโดยปริมาตรของสารละลายบัฟเฟอร์กับสารป้อนเท่ากับ 1:100 มีสัดส่วนโดยปริมาตรไม่เพียงพอต่อการรองรับปริมาณไฮโดรเนียมไอออนที่เพิ่มสูงขึ้น จึงไม่สามารถรักษาสถานะของกระบวนการทำให้ความแตกต่างของสถานะของกระบวนการต่ำลง ซึ่งเป็นแรงขับของกระบวนการอันเนื่องมาจากความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างของระบบการลดต่ำลงด้วย จึงเป็นเหตุให้กระบวนการมีประสิทธิภาพการสกัดที่ด้อยกว่าที่สัดส่วนอื่นนั่นเอง ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นว่าสอดคล้องกับทฤษฎีได้เป็นอย่างดี

จากผลการทดลองที่สัดส่วนโดยปริมาตรของสารละลายบัฟเฟอร์กับสารป้อนเท่ากับ 1:50, 1:25, 1:16.67 และ 1:12.50 ตามลำดับจะมีประสิทธิภาพในการสกัดและการนำกลับมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วจะเห็นว่าสัดส่วนโดยปริมาตรของสารละลายบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวงเท่ากับ 1:50

4.5 ผลการศึกษาอัตราการไหลต่อการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลว ที่พุงด้วยเส้นใยกลวง

ศึกษาการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวง โดยพิจารณา
ศึกษาถึงอิทธิพลของอัตราการไหลที่เท่ากันของสารป้อนและสารละลายสตริปที่อัตราการไหลเท่ากับ
20, 40, 60, 80, 100, 300, 500, 700 และ 900 มิลลิลิตรต่อนาทีได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4-10 (ข้อมูล
ผลการทดลองสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-6)



รูปที่ 4-10 แสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การสกัดและการนำกลับ กับอัตราการไหลของสารป้อน
และสารละลายสตริปเท่ากับ 20, 40, 60, 80, 100, 300, 500, 700 และ 900 ml/min
ตามลำดับ: $[Zn^{2+}]_f = 100$ ppm, $V_f = 5$ liters, $[H_2SO_4]_s = 0.1$ mole/l, $V_s = 5$ liters
โดยการปฏิบัติการแบบไหลผ่านครั้งเดียวในทิศทางสวนทางกัน

จากรูปที่ 4-10 พบว่าเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการสกัดและการนำกลับ
ลดต่ำลง ซึ่งเมื่อพิจารณากลไกการสกัดและสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาการสกัดแยกไอออนสังกะสี

ผ่านเยื่อแผ่นเหลว ณ บริเวณผิวสัมผัสของวฏภาคของสารป้อนกับวฏภาคของเยื่อแผ่นเหลวในฝั่งของการสกัด จะเห็นว่าอัตราการถ่ายโอนมวลเข้าสู่บริเวณผิวสัมผัสเกิดจากอัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งพบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยานอกจากมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของสารในการเกิดปฏิกิริยาแล้วยังขึ้นอยู่กับ Resident Time ขององค์ประกอบในการเกิดปฏิกิริยาอีกด้วย โดยในการทดลอง Reactor ซึ่งเป็นชุดทดลองเส้นใยกลวงมีปริมาตรคงที่ ดังนั้นเมื่ออัตราการไหลของสารป้อนและสารละลายสคริปซึ่งเป็นองค์ประกอบในการเกิดปฏิกิริยาสกัดผ่านเยื่อแผ่นเหลวเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ Resident Time นั่นคือเมื่อกระบวนการมีอัตราการไหลสูง จะส่งผลให้ปฏิกิริยามี Resident Time ต่ำ ทำให้อัตราการเคลื่อนตัวผ่านชุดทดลองสูงกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาการสกัดที่บริเวณผิวสัมผัส ส่งผลให้เกิดการสกัดและการนำกลับในอัตราที่ต่ำลงนั่นเอง

ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าฟลักซ์การถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลว (ข้อมูลค่าฟลักซ์และตัวอย่างการคำนวณสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-11) พบว่าเมื่ออัตราการไหลสูงขึ้นกระบวนการจะมีค่าฟลักซ์ของการถ่ายโอนมวลผ่านเยื่อแผ่นเหลวต่ำลง ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าสอดคล้องกับหลักทางจลศาสตร์ของการเกิดปฏิกิริยา และเมื่อพิจารณาสมมูลมวล (ข้อมูลสมมูลมวล และปริมาณ [D2EHPA] เปรียบเทียบกับปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการสามารถดูได้จากภาคผนวก ข-16 และ ข-21 ตามลำดับ) โดยจากข้อมูลดังกล่าวพบว่าปริมาณ [D2EHPA] ที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณสอดคล้องกับปริมาณไอออนสังกะสีที่สะสมในกระบวนการ

จากผลการทดลองถึงแม้ว่า ที่อัตราการไหลต่ำ ๆ การสกัดและการนำกลับจะมีประสิทธิภาพสูง แต่จะมีความแตกต่างกันของประสิทธิภาพในการสกัดไม่มากนัก ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงผลดีในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วพบว่ากระบวนการจะมีอัตราการไหลสูงๆ เพื่อให้กระบวนการมีกำลังการผลิตสูง เพื่อให้ผลที่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นจะเห็นว่าอัตราการไหลของสารป้อนและสารละลายสคริปที่เหมาะสมต่อการสกัดแยก ไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยกลวงจะเท่ากับ 100 มิลลิตรต่อนาที

4.6 ผลการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับงานวิจัยที่ผ่านมา

จากผลการศึกษาที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ สามารถแสดงได้ดังนี้

ชนิด รายละเอียด	Liquid-Liquid Extraction	Spiral-Type (SLM)	Flat Sheet (SLM)	Hollow Fiber (SLM)
สารป้อน	ZnSO ₄ (5000 ppm)	ZnSO ₄ (100 ppm)	ZnCl ₂ (98 ppm)	ZnSO ₄ (100 ppm)
สารละลายสกัด	H ₂ SO ₄ (2 N.)	H ₂ SO ₄ (0.2 mole/l)	HCl (0.98 mole/l)	H ₂ SO ₄ (0.1 mole/l)
สารสกัด	D2EHPA-Kerosene 25%	D2EHPA-n-Dodecane 0.698 mole/dm. ³ (22.93%)	AOT-CCl ₄ 1.25×10 ⁻³ mole/dm. ³	D2EHPA-Kerosene 0.7% no Buffer 0.5% with Buffer
ประสิทธิภาพ (%)	78%	70%	85% with Buffer	97.38% no Buffer 93.04% with Buffer

SLM = Supported Liquid Membrane,

D2EHPA = Di(2-ethylhexyl) Phosphate

AOT = Bi(2-ethylhexyl) Sulfosuccinate Sodium Salt,

CCl₄ = Carbon Tetrachloride

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการทดลองกับงานวิจัยที่ผ่านมา

จากตารางแสดงผลการศึกษาเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ พบว่าเมื่อพิจารณาเฉพาะงานวิจัยที่ใช้สารสกัดชนิดเดียวกันคือ D2EHPA โดยมี Bailes และคณะ (1976) ซึ่งศึกษาการสกัดแยกไอออนสังกะสีโดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลาย และในงานวิจัยของ Teramoto และคณะ (1987) ซึ่งศึกษาการสกัดแยกไอออนสังกะสีโดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พองด้วยตัวรองรับชนิดเกลียววน จะพบว่าผลของประสิทธิภาพที่ได้จากงานวิจัยทั้งสองมีประสิทธิภาพของกระบวนการ

ต่ำกว่าประสิทธิภาพของกระบวนการในงานวิจัยนี้ อีกทั้งยังพบว่าในงานวิจัยทั้งสองยังใช้สารสกัดในปริมาณสูงกว่างานวิจัยนี้หลายเท่า และเมื่อพิจารณาเฉพาะงานวิจัยที่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์เข้าร่วมในการสกัดเช่นเดียวกันกับในงานวิจัยนี้ ซึ่งเป็นงานวิจัยของ Pluclinski และ Nitsch (1988) ศึกษาการสกัดแยกไอออนสังกะสีผ่านเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยตัวรองรับชนิดแผ่นบาง พบว่าก็ยังมีประสิทธิภาพของกระบวนการต่ำกว่าผลของประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้ เนื่องจากมีพื้นที่การถ่ายโอนมวลต่ำกว่าในงานวิจัยนี้หลายเท่า และเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่าการสกัดแยกไอออนสังกะสีด้วยเยื่อแผ่นเหลวที่พุงด้วยเส้นใยถลุงในงานวิจัยนี้ มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าในงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น อีกทั้งยังใช้สารสกัดในปริมาณต่ำอีกด้วย

แม้ในแต่ละงานวิจัยจะใช้สารสกัดชนิดเดียวกัน หรือมีเงื่อนไขในการปฏิบัติการที่คล้ายกัน แต่ก็ไม่สามารถจะเปรียบเทียบผลการศึกษากันได้โดยตรงและเด่นชัด เนื่องจากเงื่อนไขของสภาวะและปัจจัยที่ใช้ในการปฏิบัติการที่แตกต่างกัน อีกทั้งในแต่ละเทคนิคการสกัดก็มีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกันซึ่งขึ้นกับความเหมาะสมของเงื่อนไขและสภาวะที่ใช้ในการปฏิบัติการ โดยในงานวิจัยนี้ถึงแม้กระบวนการจะมีประสิทธิภาพในการสกัดสูง และยังใช้สารสกัดในปริมาณต่ำก็ตาม ก็ยังมีปัญหาความยุ่งยากในการเตรียมเยื่อแผ่นเหลว และความมั่นใจในเสถียรภาพของเยื่อแผ่นเหลว ซึ่งควรต้องได้รับการตรวจสอบตลอดการปฏิบัติการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย