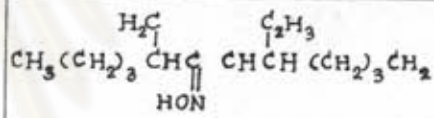
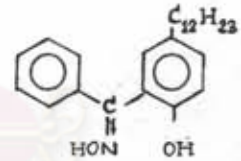
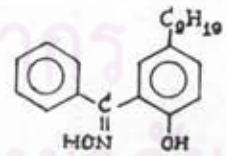
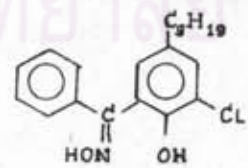
บทที่ 2

ชนิดของตัวสกัดและตัวทำละลาย

2.1 ชนิดของตัวสกัด LIX

บริษัท General mills เป็นผู้ผลิตตัวสกัดชนิด Hydroxyoxime เพื่อใช้สำหรับสกัดทองแดงจากสารละลายทองแดงเจือจาง ตัวสกัดของบริษัทฯ มีชื่อทางการค้าว่า LIX Reagent ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับ ชื่อ ชนิด ปีที่มีการนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ลักษณะโครงสร้างทางเคมีแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดและโครงสร้างทางเคมีของตัวสกัด LIX Reagent (Flett, 1974)

ชนิดตัวสกัด	ปี ค.ศ.ที่นำมาใช้	โครงสร้างทางเคมี
LIX63 (∝ aliphatic hydroxyoxime)	1963	
LIX64 (β hydroxy benzophenone oxime)	1965	
LIX64N	1970	LIX65N + LIX63 (~1 vol %)
LIX65N	1970	
LIX70 (chlorinated hydroxy benzophenone oxime)	1971	 + LIX63
LIX71	1972	LIX70 + LIX65N
LIX73	1972	LIX70 + LIX65N + LIX63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากตัวสกัด Lix Reagentบางตัวมีข้อจำกัดในการนำไปใช้งาน จึงต้องมีการปรับปรุงให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม สาเหตุของการปรับปรุงตัวสกัดแต่ละชนิด Flelt (1974) ได้สรุปและลำดับการวิวัฒนาการของตัวสกัด LIX ชนิดต่าง ๆ ไว้ดังนี้

LIX 63 เป็นตัวสกัดตัวแรกที่บริษัท General Mills คิดค้นขึ้นโดยมีโครงสร้างทางเคมีเป็น aliphatic α-hydroxyoxime มีคุณสมบัติในการเลือกจับประจุทองแดง (Selectivity) ได้ดีพอสมควร และสามารถทำงานได้ในสภาพที่สารละลายเป็นกรดมีค่า pH ไม่ต่ำกว่า 4

LIX 64 เพื่อปรับปรุงให้การเลือกจับเฉพาะประจุทองแดง (Selectivity) ให้ดียิ่งขึ้นและสามารถทำงานได้ในสภาพที่สารละลายทองแดงเป็นกรดมากยิ่งขึ้นที่ค่า pH ประมาณ 3.3 จึงนำเอาสารประกอบประเภท β-hydroxy benzophenone oxime มาใช้เป็นตัวสกัดแต่ก็พบปัญหาในเรื่องอัตราเร็วในการทำปฏิกริยาสกัดทองแดง ซึ่งมีอัตราการเกิดปฏิกริยาที่ค่อนข้างช้าและมีความสามารถในการละลายใน diluent ได้น้อย เพราะถึงจุดอิ่มตัวในการละลายเสียก่อนแต่อัตราการทำปฏิกริยาสกัดทองแดง สามารถเร่งให้เร็วขึ้นได้โดยการใช้ตัวสกัดในสารละลายที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น หรือใช้วิธีผสมกับ LIX 63 ซึ่งมีอัตราการทำปฏิกริยาสกัดทองแดงได้เร็ว หรืออาจใช้วิธีปรับปรุงโครงสร้างของโมเลกุลตัวสกัด LIX 64 นี้เสียใหม่

LIX 65N เป็นการปรับปรุง Alkyl chain ในโมเลกุลของ LIX 64 ให้สั้นลงซึ่งจากเดิมเป็น $C_{12}H_{23}$- ให้เหลือเป็น C_9H_{19} - มีผลทำให้สามารถละลายใน diluent ได้เพิ่มมากขึ้น แต่ LIX 65N ก็ยังคงมีอัตราการทำปฏิกริยาสกัดทองแดงที่ค่อนข้างช้า

LIX 64N เป็นการปรับปรุงอัตราการทำปฏิกริยาสกัดทองแดงที่ช้าของ LIX 65N โดยการใช้ตัวสกัด LIX 63 ผสมกับตัวสกัด LIX 65N โดยใช้ LIX 63 ผสมเข้าไปประมาณร้อยละ 1 โดยปริมาตรจนถึงปัจจุบัน LIX 64N นับได้ว่าเป็นตัวสกัดที่ได้รับการปรับปรุงจนสามารถนำไปใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตทองแดง

LIX 70 เป็นการปรับปรุง LIX 64N ให้สามารถทำการสกัดทองแดงจากสารละลายทองแดงที่มีสภาพความเป็นกรดสูงยิ่งขึ้น โดยสามารถจับประจุทองแดงจากสารละลายกรดที่มีความเข้มข้น 20-40 กรัมต่อลิตร ซึ่งทำได้โดยการนำสารประกอบ Chlorinated hydroxy benzophenone oxime มาใช้เป็นตัวสกัด แต่ก็มีข้อเสียคือประสิทธิภาพในการล้างตัวสกัดด้วยกรดจะลดลงและต้องใช้กรดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นในการล้างตัวสกัดด้วยกรด

LIX 71 และ LIx 73 เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพ การล้างตัวสกัดด้วยกรดของ LIX 70 ให้ดียิ่งขึ้น จึงได้มีการนำสารประกอบ Nitrated hydroxy benzophenone oxime มาใช้เป็นตัวสกัด ซึ่งก็ทำให้ปัญหาในการล้างตัวสกัดด้วยกรดนั้นหมดไป แต่ก็มีผลเสียทำให้ลดความสามารถในการทำงานของตัวสกัดในสารละลายกรด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับตัวสกัด LIX64N จะเห็นว่า LIX 71 และ LIX 73 สามารถทำงานในสารละลายกรดที่มีความเข้มข้นสูงกว่า เมื่อใช้สกัด LIX64N

2.2 คุณสมบัติในการทำงานของตัวสกัด

2.2.1 ความสามารถจับทองแดงไว้ได้สูงสุด

ความสามารถจับทองแดงไว้ได้สูงสุดของตัวสกัด มีวิธีหาได้โดยการนำสารละลายตัวสกัดไปจับทองแดงซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง จนไม่สามารถจับทองแดงได้เพิ่มขึ้นอีก แสดงให้เห็นว่าโมเลกุลของตัวสกัดได้ถูกนำไปใช้จับทองแดงจนหมดสิ้นแล้ว Sanver และ Landau (1973) หาค่าความสามารถจับทองแดงได้สูงสุดของตัวสกัด LIX ชนิดต่าง ๆ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ซึ่งค่าความสามารถจับทองแดงได้สูงสุดของตัวสกัดแต่ละชนิดจะมีค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบในตัวสกัดแต่ละชนิด

ตารางที่ 2.2 ความสามารถจับประจุทองแดงไว้ได้สูงสุดของตัวสกัด LIX ชนิดต่าง ๆ ต่อการใช้สารละลายตัวสกัดที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตรละลายใน xylene

ชนิดของตัวสกัด	ความเข้มข้นทองแดงในสารละลายตัวสกัด (กรัมต่อลิตร)
LIX 63	0.864
LIX 64	0.428
LIX64N	0.412
LIX 70	0.342

2.2.2 ความสามารถจับทองแดงจากสารละลายที่มีสภาพเป็นกรด

ตัวสกัด LIXแต่ละชนิดสามารถจับทองแดงจากสารละลายที่มีความเป็นกรดได้ไม่เท่ากัน Attwoodและ Miller(1971) ทำการเปรียบเทียบความสามารถทำงานในการทำงานในสารละลายที่เป็นกรดของตัวสกัด LIX ชนิดต่าง ๆ โดยการเตรียมสารละลายตัวสกัดที่ละลายใน xylene ให้มีความเข้มข้นเท่ากัน กล่าวคือ เตรียมสารละลายตัวสกัดที่มีความสามารถจับทองแดงได้สูงสุดเท่ากับความเข้มข้นทองแดง 100 ส่วนในล้านส่วน แล้วทำการสกัดทองแดงจากสารละลายที่มีทองแดงละลายอยู่ 100 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งถ้า pH ของสารละลายเพิ่มขึ้นทองแดงจะถูกสกัดเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองพิจารณาหาค่า pH ที่มีการสกัดเพียงครั้งเดียวแล้วสามารถสกัดทองแดงออกจากสารละลายได้ร้อยละ 50 ค่า pH นี้เรียกว่า pH_{50} ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 พบว่า

LIX 63 มีค่า pH_{50} เท่ากับ 4.8

LIX 64 มีค่า pH_{50} เท่ากับ 3.3

LIX 64N มีค่า pH_{50} เท่ากับ 2.9

LIX 70 มีค่า pH_{50} เท่ากับ 2.6

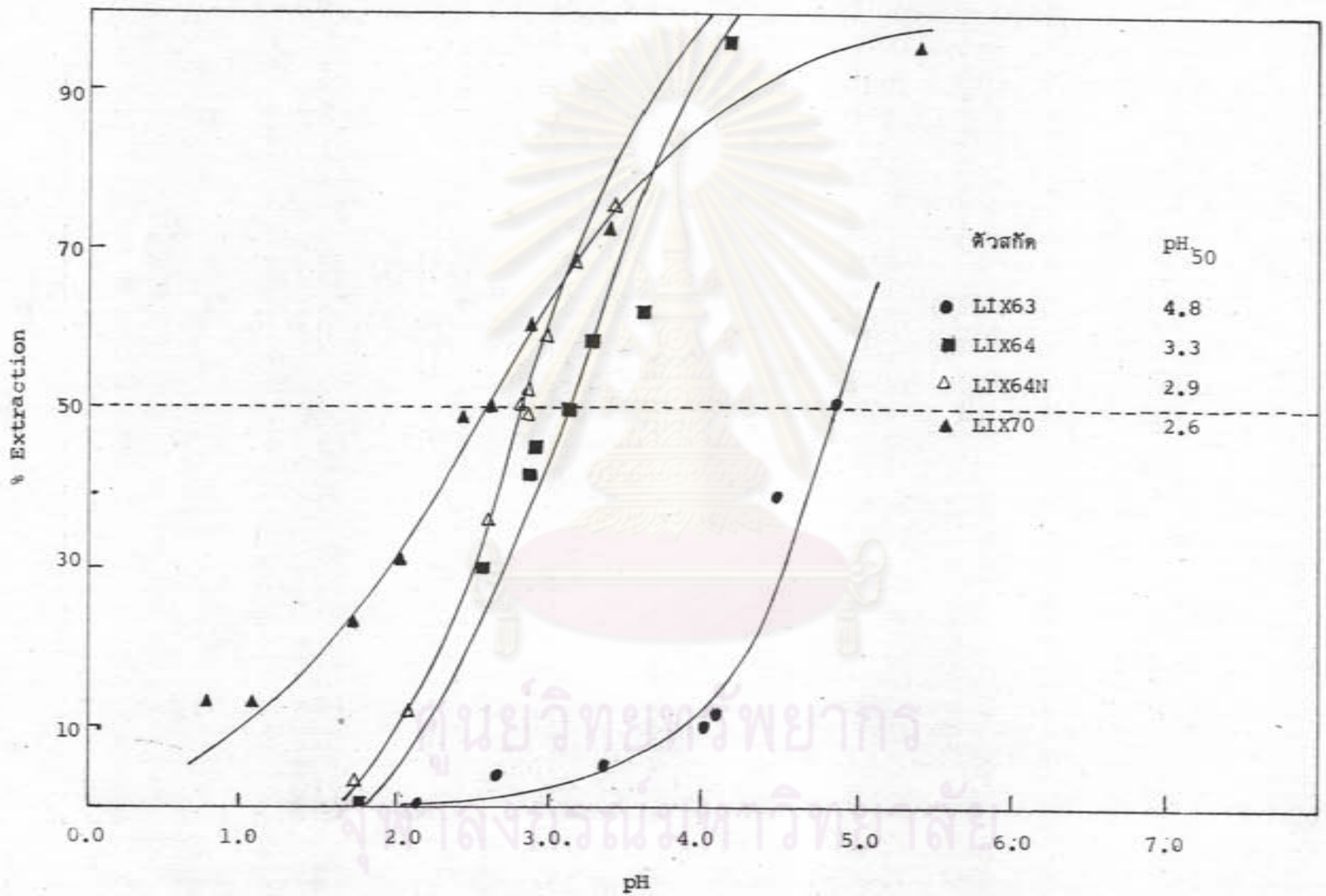
ดังนั้นถ้านำค่า pH_{50} มาเปรียบเทียบกันจะสามารถเรียงลำดับความสามารถในการทำงานในสารละลายที่เป็นกรดโดยเรียงจากความสามารถทำงานในสภาพกรดมากไปหาน้อยได้ดังนี้

LIX 70 > LIX 64N > LIX 64 > LIX 63

2.3 คุณลักษณะของ diluent ที่ใช้ละลายตัวสกัด

การพิจารณาเลือกใช้ diluent ให้เหมาะสมกับตัวสกัด จึงจะสามารถนำเอาสารละลายตัวสกัดไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ประหยัดและปลอดภัย หรือสามารถควบคุมการผลิตให้มีประสิทธิภาพได้สูงสุด Jung (1976) ศึกษาการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของ diluent เพื่อให้ทราบข้อกำหนดคุณลักษณะของ diluent ที่เหมาะสมกับขบวนการสกัดทองแดงด้วยตัวสกัด Whewell และคณะ (1976) Murray และ Bouboulis (1973) ศึกษาอิทธิพลของชนิดของ diluent ที่มีต่อสภาพจลนศาสตร์ และภาวะสมดุลของปฏิกริยาการสกัดทองแดงด้วยตัวสกัด LIX 64N คุณลักษณะที่ต้องการของ diluent สามารถพิจารณาได้ดังนี้

968400



รูปที่ 2.1 ค่า pH_{50} ของตัวสกัด LIX63, LIX64, LIX64N, และ LIX70 โดยใช้ตัวสกัดที่มีความเข้มข้นเท่ากับความสามารถจับทองแดงได้สูงสุด 100 ppm ละลายใน xylene (Attwood และ Miller, 1971)

2.3.1 ความสามารถในการละลายตัวสกัด

โครงสร้างทางเคมีของ LIX64N เป็นสารประกอบ benzophenone hydroxy oxime ซึ่งสามารถละลายได้ดีในสารละลายที่มีส่วนผสมของ aromatic hydrocarbon เจือปน การละลายของตัวสกัดใน diluent จะมีจุดอิ่มตัวในการละลาย กล่าวคือถ้ามีตัวสกัดละลายอยู่ใน diluent มากเกินไปจะเกิดการแยกชั้นกันระหว่างตัวสกัดกับ diluent Jung (1976) พบว่าจุดอิ่มตัวในการละลายจะเพิ่มขึ้นถ้า diluent มีปริมาณ aromatic hydrocarbon เพิ่มขึ้น และสำหรับ diluent ชนิดไม่มี aromatic hydrocarbon ผสมอยู่ด้วยเลยก็สามารถละลายตัวสกัด LIX64N ได้เช่นกัน แต่จะละลาย LIX64N ได้มากที่สุดที่อุณหภูมิ 25°C คิดเป็นความเข้มข้นของตัวสกัดใน diluent ร้อยละ 20 โดยปริมาตรเท่านั้น สำหรับอิทธิพลของปริมาณ aromatic hydrocarbon ใน diluent ที่มีผลต่อจุดอิ่มตัวในการละลายตัวสกัด LIX64N แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลของปริมาณ aromatic hydrocarbon ใน diluent ที่มีต่อจุดอิ่มตัวในการละลายตัวสกัด LIX64N (JUNG, 1976)

ปริมาณ aromatic hydrocarbon ใน diluent (ร้อยละโดยปริมาตร)	จุดอิ่มตัวในการละลายคิดเป็นความเข้มข้นโดยปริมาตรของตัวสกัดใน diluent (% vol)	
	25°C	4°C
0	20	10
10	30	20
15	40	30
20	-	40

2.3.2 การสูญเสียของตัวสกัดเนื่องจากการละลายในสารละลายกรด

การละลายในกรดของสารละลายตัวสกัดเป็นการสูญเสียตัวสกัด ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการผลิตทองแดง ปริมาณของสารละลายตัวสกัดที่ละลายอยู่ในสารละลายกรด มีวิธีหาได้ตามวิธีของ Ashbrook (1975) ในการศึกษาอิทธิพลชนิดของ diluent ที่มีผลต่อปริมาณการละลายในกรดของสารละลายตัวสกัด Komasawa และคณะ(1980a) พบว่า diluent ชนิด aromatic hydrocarbon จะละลายเข้าไปในสารละลายกรดได้มากกว่า diluent ชนิด aliphatic hydrocarbon

2.3.3 การสูญเสียเนื่องจากการระเหยของ diluent และการลุกติดไฟ

ปริมาณการระเหยเป็นไอของ diluent พิจารณาได้จากค่า flash point ของ diluent ซึ่งถ้า diluent มีค่า flash point สูง แสดงว่าจะมีการระเหยเป็นไอได้น้อยและความสามารถลุกติดไฟของไอระเหย diluent นี้ พิจารณาได้จากอัตราส่วนผสมของไอระเหยของ diluent ในอากาศเหนือสารละลายตัวสกัด Jung (1976) พบว่าอัตราส่วนผสมโดยปริมาตรของไอระเหย diluent ถ้าน้อยกว่าร้อยละ 20 จะไม่ทำให้เกิดการลุกติดไฟได้ ดังนั้นการเลือกใช้ diluent ชนิดที่ระเหยยาก จะช่วยลดอันตรายเนื่องจากการลุกติดไฟได้เป็นอย่างดี

2.3.4 การรักษาคุณสมบัติได้คงที่และสม่ำเสมอตลอดการใช้งาน

คุณสมบัติของ diluent โดยเฉพาะเกี่ยวกับอัตราส่วนผสมของ aromatic และ aliphatic hydrocarbon จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการนำไปใช้งานในระยะหนึ่งเนื่องมาจากการระเหยและการถูกละลายด้วยสารละลายกรด การเลือกใช้ diluent ชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่าง ๆ อย่างช้า ๆ จะมีผลช่วยในการควบคุมการทำงานของเครื่องมือได้อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ

2.3.5 อิทธิพลของ diluent ที่มีต่อภาวะสมดุลของปฏิกริยาการสกัดทองแดงด้วยตัวสกัด

Sprink และ Okuhara (1974) Ricey และ Lucas (1974) Whewell และคณะ (1975) Dalton และคณะ (1976) ได้ศึกษาชนิดต่าง ๆ ของ diluent และสมบัติที่เกี่ยวข้องกับภาวะสมดุลของปฏิกริยาการสกัดทองแดงที่ใช้ในขบวนการไฮโดรเมตัลเลอยีทั่ว ๆ ไป ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางเพื่อศึกษา diluent ชนิดที่ใช้กับตัวสกัดทองแดง

การศึกษาอิทธิพลของปริมาณส่วนผสมของ aromatic hydrocarbon ใน commercial diluent ชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อภาวะสมดุลของปฏิกริยาการสกัดทองแดงด้วยตัวสกัด LIX64N Whewell และคณะ (1977) พบว่าถ้าปริมาณ aromatic hydrocarbon ใน diluent ลดลง ตัวสกัด LIX64N จะสามารถจับทองแดงได้เพิ่มขึ้นที่ภาวะสมดุลของการเกิดปฏิกริยาสกัดทองแดง

Lakshman และคณะ (1975) ทดลองหาอิทธิพลของ diluent ที่มีผลต่อภาวะสมดุลของปฏิกริยาการสัดทองแดงด้วยตัวสกัด LIX64N ซึ่งแสดงผลการทดลองหาค่า distribution coefficient(D) ที่ค่า pH ซึ่งตัวสกัดสามารถสกัดทองแดงออกจากสารละลายได้ร้อยละ 50 ซึ่งมีผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าถ้าใช้ diluent ที่มีปริมาณ aromatic hydrocarbon ลดลง ตัวสกัด LIX64N จะมีความสามารถจับทองแดงได้ดีขึ้นและสามารถทำงานได้ในสารละลายที่มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2.4 ค่า pH ของสารละลายทองแดงที่ตัวสกัดสามารถสกัดทองแดงออกได้ร้อยละ 50 เมื่อใช้ตัวสกัดละลายใน diluent ชนิดต่าง ๆ กัน (Lakshman และคณะ, 1975)

ชนิดของ diluent	ความเข้มข้นทองแดงเมื่อเริ่มต้นก่อนสกัด		ค่า pH ของสารละลายทองแดงที่ตัวสกัดสามารถสกัดทองแดงออกจากสารละลายได้ร้อยละ 50		
	โมลต่อลิตร	กรัมต่อลิตร	10% LIX 64N	15% LIX 64N	25% LIX 64N
Kerosene	2.5×10^{-2}	1.57	0.96	0.80	0.78
Xylene	2.5×10^{-2}	1.57	1.30	1.19	1.00
Toluene	2.5×10^{-2}	1.57	1.49	1.28	1.05
Kerosene	5×10^{-3}	0.32	1.02	0.87	0.83
Xylene	5×10^{-3}	0.32	1.30	1.05	0.89
Toluene	5×10^{-3}	0.32	1.43	1.15	0.97
Kerosene	2.5×10^{-3}	0.16	1.04	0.96	0.87
Xylene	2.5×10^{-3}	0.16	1.27	1.13	0.95
Toluene	2.5×10^{-3}	0.16	1.34	1.20	1.00

2.3.6 อิทธิพลของ diluent ที่มีต่อสภาพจลนศาสตร์ของการสกัด

Whewell และคณะ (1976) ศึกษาพบว่า diluent ที่มี aromatic hydrocarbon ผสมอยู่ในปริมาณน้อย จะมีอัตราการทำปฏิกริยาสกัดทองแดงที่ค่อนข้างเร็ว Komasawa (1980 a) พบว่าอัตราการทำปฏิกริยาสกัดทองแดงของตัวสกัด LIX 65N ที่ละลายใน n-heptane ซึ่งเป็น aliphatic diluent จะมีอัตราการเกิดปฏิกริยาการจับทองแดงที่เร็วกว่าประมาณ 20 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้ LIX 65N ละลายใน Toluene ซึ่งเป็น aromatic diluent ทั้งนี้เนื่องมาจาก LIX 65N สามารถแตกตัวเป็น monomer ได้มากกว่า เมื่อมีการละลายใน aliphatic diluent ซึ่ง monomer ของตัวสกัดนี้เองที่จะสามารถเข้าไปทำปฏิกริยาจับทองแดงไว้

Murrayและ Bouboulis(1973) ศึกษาจลนศาสตร์ของการสกัดทองแดงด้วย LIX64Nโดยใช้ Diluent ที่แบ่งประเภทตามชนิดของ aromatic content พบว่าอัตราเร็วในการสกัดทองแดงและอัตราเร็วในการล้างทองแดงออกจากตัวสกัดขึ้นอยู่กับปริมาณ aromatic ใน diluent สำหรับ diluent ชนิดที่มี aromatic ละลายอยู่ไม่มากกว่าร้อยละ 30 ในการกวนเพื่อให้สารละลายเข้าสู่ภาวะสมดุลจะใช้เวลาประมาณ 2 นาที

จากการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของ diluent ที่ใช้ละลายตัวสกัดและอิทธิพลของชนิดของ diluent ที่มีผลต่อการทำงานของตัวสกัด สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียได้ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.5 สำหรับชนิดของ diluent ที่ใช้ในโรงงานผลิตทองแดงโดยวิธีสกัดด้วยตัวสกัด LIX64N นิยมใช้ diluent ชนิดที่มี aromatic hydrocarbon ละลายอยู่ใน diluent ไม่เกินร้อยละ 10 โดยปริมาตร (Biswas และ Davenport, 1976) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อนำไปสกัดทองแดงจะมีการสูญเสียเนื่องจากการละลายในกรดในปริมาณไม่มาก ทำให้สารละลายตัวสกัดมีคุณสมบัติสม่ำเสมอตลอดการใช้งาน และมีอัตราการเกิดปฏิกริยาการจับทองแดงที่ค่อนข้างเร็ว ถึงแม้ว่าการใช้ diluent ชนิดนี้จะทำให้สามารถละลายตัวสกัด LIX64Nได้สูงสุดร้อยละ 30 โดยปริมาตรก็ตามแต่ก็เป็นสารละลายตัวสกัดที่มีความเข้มข้นของตัวสกัด เพียงพอที่จะจับทองแดงจากสารละลายทองแดงเจือจางที่มีทองแดงปริมาณ 1-5 กรัมต่อลิตร

ตารางที่ 2.5 ผลของปริมาณ aromatic hydrocarbon ใน diluent ที่มีต่อคุณสมบัติของ diluent และการทำงานของตัวสกัด

คุณสมบัติของ diluent และการทำงานของตัวสกัด	diluent ชนิดที่มีอัตราส่วนผสมของ aromatic น้อย	diluent ชนิดที่มีอัตราส่วนผสมของ aromatic มาก
1. ความสามารถในการละลายตัวสกัด	ละลายตัวสกัดได้น้อย	ละลายตัวสกัดได้มาก
2. การสูญเสียของตัวสกัดเนื่องจากการละลายเข้าไปในสารละลายกรด	สูญเสียน้อย	สูญเสียมาก
3. การสูญเสีย diluent เนื่องจากการระเหยและสภาพการลุกติดไฟ	สูญเสียมาก และลุกติดไฟง่าย	สูญเสียน้อย และลุกติดไฟยาก

คุณสมบัติของ diluent และการทำงานของตัวสกัด	diluent ชนิดที่มีอัตราส่วนผสมของ aromatic น้อย	diluent ชนิดที่มีอัตราส่วนผสมของ aromatic มาก
4. การรักษาคุณสมบัติได้อย่างคงที่และสม่ำเสมอตลอดการใช้งาน	คงที่	ไม่คงที่
5. การจับทองแดงที่ภาวะสมดุลของปฏิกริยาการจับทองแดง	จับทองแดงมาก	จับทองแดงได้น้อย
6. อัตราเร็วในการเกิดปฏิกริยาจับทองแดง	เร็ว	ช้า

2.4 ประเภทของ diluent และชื่อทางการค้า

การจำแนกประเภทของ diluent ชนิดต่าง ๆ ที่มีผู้ผลิตเพื่อใช้สำหรับการละลายตัวสกัดทองแดงนั้น Whewell และคณะ (1977) จำแนกประเภทของ commercial diluent ดังแสดงในตารางที่ 2.6 โดยจำแนกประเภทตามปริมาณ aromatic hydrocarbon ที่ผสมอยู่ใน diluent

ตารางที่ 2.6 ประเภทของ commercial diluent ชื่อทางการค้าและบริษัทผู้จัดจำหน่าย (Whewell, และคณะ, 1977)

ประเภทของ diluent	ชื่อทางการค้า-บริษัท
1. LOW AROMATIC CONTENT (0-30% AROMATIC)	ESCAID 110 - ESSOCHEM EUROPE, Inc. ISOPAR L - ESSO EUROPE, Inc. PMXD 3 - SHELL CHEMICAL Ltd. SHELLSOL T - SHELL CHEMICAL Ltd. MPP 2125 - SHELL CHEMICAL Ltd. MSB 210 - SHELL CHEMICAL Ltd. CONOCO 12/14 - CONTINENTAL OIL COMPANY PERCHLORETHYLENE - IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES Ltd.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเภทของ diluent	ชื่อทางการค้า-บริษัท
2. MEDIUM AROMATIC CONTENT (30-90% AROMATIC)	ESCAID 100 - ESSOCHEM EUROPE Ltd. PMXD 1 - SHELL CHEMICAL Ltd. KERMAE 470 - KERR - McGEE CORPOPATION KERMAE 470W - KERR. McGEE CORPORATION CHEVRON - CHEVRON INTERNATIONAL COMPANY
3. HIGH AROMATIC CONTENT	SOLVESSO 100 - ESSO CHEM EUROPE Ltd.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย