หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการ วิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลวิจัย

ผลการวิจัยสรุปตามขั้นตอนของการทดลองได้ดังนี้

5.1.1 จากการศึกษาปริมาณแร่ยูเรเนียมในเม็ดแร่ที่มีขนาดต่าง ๆ กันตามตารางที่ 4.4 นั้นปรากฏว่าเม็ดแร่ที่มีขนาด – 200 เมช มีปริมาณยูเรเนียมมากกว่าทุกขนาดอย่างเห็นได้ชัดคือร้อยละ 0.033 – 0.034 ส่วนเม็ดแร่ขนาดอื่น ๆ นั้นมียูเรเนียมปริมาณใกล้เคียงกันซึ่งจะเห็นได้ในรูปที่ 4.3 เพื่อยืนยันให้แน่ชัดจึงได้ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่งก็ปรากฏผลเช่นเดียวกันดังนี้

ขนาด (เมช)	จำนวนนับสุทธิใต้พีคยูเรเนียม 1.764 MeV จำนวนนับ/1000 วินาที/กรัม
– 200	117.63
– 100, + 200	71.05
– 48, + 100	54.65
– 14, + 48	52.00
– 10, + 14	57.46
+ 10	53.68

จึงอาจสรุปได้ว่าการบดแร่ให้มีขนาดเล็กมากกว่า +200 เมชลงไปจะทำให้มีปริมาณยูเรเนียมในเม็ดแร่สูงขึ้น หรือ แสดงว่าแร่ยูเรเนียมที่เกิดแทรกอยู่ระหว่างเม็ดทรายในหินทราย ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าขนาดของเม็ดทราย

5.1.2 จากการศึกษาการกวนแร่โดยใช้น้ำเทียบกับการกวนโดยใช้สารละลาย

โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.05 นอร์มาล ทดลองกับแร่ขนาด + 48 เมช ได้แสดงผลไว้ในตาราง 4.8 – 4.9 ผลปรากฏว่าใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ผลดีกว่าดังนี้

5.1.2.1 สามารถเพิ่มความเข้มข้นได้มากกว่า

5.1.2.2 ได้หัวแร่มากกว่านั่นคือโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวช่วยให้สารเคลือบเม็ดแร่หลุดง่ายขึ้น

5.1.2.3 เหลือปริมาณยูเรเนียมในหางแร่น้อยกว่า

5.1.2.4 หัวแร่ยูเรเนียมตกตะกอนได้เร็วกว่า

5.1.3 เพื่อความสะดวกในการสรุปผลได้นำผลการทดลองบางประการจากตารางที่ 4.6 – 4.12 นำมารวมไว้ในตารางเดียวกันคือตารางที่ 5.2 จากตารางนี้พบว่าแร่ตัวอย่างสามารถเพิ่มความเข้มข้นได้ทุกขนาด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.2 และมีข้อสรุปบางประการดังนี้

แร่ที่มีขนาดใหญ่กว่า + 28 เมช ขึ้นไปสามารถเพิ่มความเข้มข้นได้น้อยและเหลือปริมาณยูเรเนียมในหางแร่สูง เมื่อเทียบกับแร่ขนาด +48 เมช และ + 100 เมช แล้วแร่ทั้งสองขนาดดังกล่าวนี้จะให้ผลดีกว่าโดยเฉพาะแร่ขนาด + 48 เมช นั้นสามารถเพิ่มความเข้มข้นได้มากที่สุดถึง 3.5 เท่า ส่วนแร่ที่ให้ผลรองลงมาได้แก่ แร่ขนาด + 100 เมช ซึ่งได้ 3.4 เทา แต่ให้ปริมาณแร่ยูเรเนียมในหัวแร่สูงสุดถึงร้อยละ 0.063 ซึ่งมากกว่าปริมาณแร่ยูเรเนียมในยูเรเนียมมาตรฐาน

จากการวิจัยเกี่ยวกับหัวข้อนี้พอสรุปได้ว่า การเพิ่มความเข้มข้นแร่ยูเรเนียมชนิดที่เกิดในหินทรายโดยวิธีกวนด้วยเครื่องกวนสารโดยมีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวช่วยนี้ใช้ได้กับแร่ทุกขนาดแต่จะได้ผลดีที่สุดเฉพาะกับแร่ขนาด + 48

และ + 100 เมช ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 5.2

วิธีการทดลองโดยใช้เครื่องกวนสารเพื่อเพิ่มกรามเข้มข้นแร่ยูเรเนียมนั้น จัดว่าเป็นวิธีการแต่งแร่ (ore dressing) ได้วิธีหนึ่ง ตะกอนที่ได้จากการกวนแล้วนี้จะมีปริมาณแร่ยูเรเนียมสูงขึ้น ส่วนหางแร่จะมีปริมาณยูเรเนียมต่ำลงโดยทั้งสองอย่างนี้จะแยกออกจากกัน ส่วนการวัดปริมาณยูเรเนียมนั้นใช้วิธีการและเครื่องมือทางนิวเคลียร์ควบคู่กันไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

มีข้อเสนอแนะบางประการเกี่ยวกับการทดลองดังต่อไปนี้

5.2.1 เกี่ยวกับการย่อยและบดแร่ (crushing and milling) การบดแร่นั้นเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องพิจารณาอย่างมากและเป็นสิ่งแรกที่ต้องทำเพื่อนำแร่เข้ากระบวนการทดลอง การบดแร่ยูเรเนียมนอกจากจะเป็นการเปิดผิวหน้าใหม่ของแร่เพื่อให้ยูเรเนียมปรากฏออกมามากแล้วในเวลาเดียวกันยังทำให้ลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการลงได้อีกมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับอุตสาหกรรม เพราะค่าใช้จ่ายในช่วงของการบดนี้มีค่าสูงมากที่เดียว ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการบดแร่มีดังนี้

5.2.1.1 ในขั้นของการบดหยาบหรือย่อยแร่นั้นควรนำแร่แต่ละก้อนไปวัดหาปริมาณยูเรเนียมเสียก่อนทั้งนี้เพื่อแยกเอาก้อนที่มียูเรเนียมปริมาณน้อย ๆ ออกไป เหลือไว้แต่ก้อนที่มีปริมาณมาก เพื่อเข้าเครื่องบดละเอียดต่อไป เป็นการเลือกหัวแร่ด้วยมือ หรือเครื่อง (hand sorting or mechanical sorting)

5.2.1.2 ในขั้นบดละเอียดนั้นควรบดแร่ให้มีขนาดอยู่ในช่วงตั้งแต่ 48 – 200 เมช (0.3 – 0.07 มม.) แต่ถ้าจะนำแร่ไปละลาย (leaching) ด้วยกรดขนาดควรจะใหญ่กว่านี้ และขนาดควรจะเล็กลงถ้านำแร่ไปละลายในสาร

ละลายคาร์บอเนต

5.2.1.3 แร่ที่บดแล้วไม่ควรทิ้งไว้นานเพราะผิวของเม็ดแร่อาจจะเปลี่ยนสภาพไปได้โดยเฉพาะแร่ยูเรเนียมซึ่งไวต่อการทำปฏิกริยากับออกซิเจนกลายเป็นออกไซด์

5.2.2 เกี่ยวกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นตัวช่วยนั้นไม่ควรให้มีความเข้มข้นสูงมาก เพราะจะกลายเป็นการล้างแร่ไปและทำให้เปอร์เซ็นต์ของยูเรเนียมให้หัวแร่น้อยลง สังเกตสารละลายหลังจากการกวนแล้วจะมีสีฟ้าแสดงว่าได้ละลายเอาทองแดงในแร่ออกมาด้วย ผลการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 5.2 และ 5.3

การเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นการเปลี่ยนแปลงประจุไฟฟ้าสถิตที่เม็ดแร่ ทำให้เม็ดแร่กระจายตัวจากกันไม่เกาะเป็นกลุ่ม(flocculation)

5.2.3 การแต่งแร่วิธีอื่นอาจจะให้ผลดีกว่า วิธีนี้ วิธีอื่นนั้นได้แก่ วิธีลอยแร่ (floatation) เพราะเป็นวิธีที่นิยมกันมากในปัจจุบันและมีข้อดีหลายประการรวบรวมได้ดังนี้(1)

5.2.3.1 ทำให้ได้แร่ที่มีความเข้มข้นสูง และ หางแร่มีความเข้มข้นต่ำ

5.2.3.2 เหมาะสำหรับแร่ที่มีปริมาณร้อยละต่ำและมีแร่หลายชนิดปนกันอยู่ในแร่นั้น

5.2.3.3 เหมาะสำหรับการดำเนินการขั้นอุตสาหกรรมใหญ่เพราะสามารถผลิตได้เป็นปริมาณมากและมีอัตราการผลิตสูง

คาดว่าวิธีการลอยแร่นี้น่าจะมีการศึกษาเพื่อนำไปใช้กับการเพิ่มความเข้มข้นของแร่ยูเรเนียมต่อไป

ตารางที่ 5. 1 สรุปผลการทดลองการเพิ่มความเข้มข้นจากตารางที่ 4.6 – 4.12

ขนาด (เมช)	ปริมาณยูเรเนียมในสินแร่หินทราย (ร้อยละ)		ปริมาณยูเรเนียมในหัวแร่ (ร้อยละ)		ปริมาณยูเรเนียมในหางแร่ (ร้อยละ)		ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิม (เท่า)		น้ำหนักของหัวแร่ (ร้อยละ)	หมายเหตุ
	0.609 MeV	1.764 MeV	0.609 MeV	1.764 MeV	0.609 MeV	1.764 MeV	0.609 MeV	1.764 MeV		
+ 20	0.0172	0.0172	0.036	0.037	0.0125	0.0122	2.1	2.2	29	
-20, + 28	0.0180	0.0180	0.040	0.040	0.0081	0.0079	2.2	2.2	35	
-28, + 35	0.0169	0.0188	0.048	0.049	0.0063	0.0078	2.8	2.7	42	
-35, + 48	0.0179	0.0210	0.042	0.048	0.0140	0.0181	2.3	2.3	24	กวนด้วยน้ำ
-35, + 48	0.0156	0.0178	0.054	0.057	0.0062	0.0080	3.5	3.2	29	
-48, + 65	0.0160	0.0170	0.041	0.042	0.0059	0.0071	2.6	2.5	30	
-65, + 100	0.0198	0.0187	0.057	0.063	0.0070	0.0070	2.9	3.4	33	
-100, + 200	0.033	0.034	–	–	–	–	–	–	–	ไม่ได้ทำการเพิ่มความเข้มข้นเนื่องจากแร่ตัวอย่างหมด

ตารางที่ 5.2

ข้อมูลแสดง เวลาการกวน กับ จำนวนนับสุทธิ ในช่วงพีคยูเรเนียมที่ได้จากหัวแร่ และหางแร่ยูเรเนียม

ตัวอย่าง / เวลา (นาที)	จำนวนนับสุทธิในช่วงพีคยูเรเนียมที่พลังงานต่าง ๆ กัน						หมายเหตุ
	0.609 MeV (ช่อง 65 - 129)			1.764 MeV (ช่อง 199-235)			
	ยูเรเนียมมาตรฐาน	หัวแรยูเรเนียม	หางแรยูเรเนียม	ยูเรเนียมมาตรฐาน	หัวแรยูเรเนียม	หางแรยูเรเนียม	
15	11682	3317	2216	2206	681	360	
20		3252	2516		694	508	
30		2733	2091		518	426	
40		2988	1621		536	378	
50		2581	2357		521	437	
60		3645	1680		759	389	

ตารางที่ 5.3

แสดงความเข้มข้นของแร่ยูเรเนียม จากการกวนแร่ขนาด 10 เมชที่เวลาต่างๆกัน

เวลา (นาที)	ตัวอย่าง	น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)	จำนวนนับสุทธิของยูเรเนียม จำนวนนับ/1000วินาที/กรัม		ร้อยละของยูเรเนียม เทียบกับยูเรเนียมมาตรฐาน		ปริมาณหัวแร่ยูเรเนียมที่ได้		หมายเหตุ
			ในช่วงพีค 0.609 MeV	ในช่วงพีค 1.764MeV	ในช่วงพีค 0.609 MeV	ในช่วงพีค 1.764MeV	(กรัม)	ร้อยละ	
–	ยูเรเนียมมาตรฐาน	8.83670	1321.99	249.64	0.05	0.05	–	–	1) แร่ในแต่ละ
15	หัวแร่ยูเรเนียม	6.72686	492.95	101.21	0.019	0.020	9.8	14.1	อย่างหนัก
	หางแร่ยูเรเนียม	9.05232	244.79	39.77	0.0093	0.0073			69.3 กรัม ทงที่
20	หัวแร่ยูเรเนียม	6.82826	476.26	101.64	0.0180	0.020	14.1	20.3	
	หางแร่ยูเรเนียม	10.02188	251.05	50.96	0.0095	0.0101			2) กวนด้วย
30	หัวแร่ยูเรเนียม	6.26143	436.48	82.73	0.0165	0.0166	23.3	33.6	โซเดียมไฮดรอก
	หางแร่ยูเรเนียม	9.51475	219.76	44.77	0.0083	0.00897			ไซด์ 1.0 น
40	หัวแร่ยูเรเนียม	5.96623	500.82	89.84	0.0189	0.0180	32.2	46.5	นอร์มาล
	หางแร่ยูเรเนียม	8.63075	187.82	43.79	0.0071	0.0088			
50	หัวแร่ยูเรเนียม	6.34877	406.54	82.06	0.0154	0.0164	39.4	56.9	
	หางแร่ยูเรเนียม	10.35610	277.60	42.20	0.0086	0.0086			
60	หัวแร่ยูเรเนียม	7.50636	485.59	101.11	0.0181	0.0187	42.8	61.8	
	หางแร่ยูเรเนียม	10.8539	137.21	35.64	0.0064	0.0065			