



บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การเตรียมกากตะกอนดีบุกจากการย่อยตะกอนดีบุก

นำตะกอนดีบุกมาบดให้ได้ขนาด -200 mesh 100% แล้วซึ่งแบ่งตะกอนดีบุกมา 1 กิโลกรัม แล้วนำไปย่อยโดยเติมสารละลายกรด HF 48% ปริมาตร 1200 ลบ.ซม. และสารละลายกรด H_2SO_4 98% ปริมาตร 650 ลบ.ซม. อุณหภูมิที่ใช้ขณะทำการย่อย $80^\circ C$ ทำการย่อยนาน 5 ชั่วโมง แล้วนำมากรองแยกตะกอนออก ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นแล้วนำเอาตะกอนที่ได้ซึ่งก็คือกากตะกอนดีบุกมาซึ่ง

ผลจากการย่อยจะได้กากตะกอนดีบุกหนัก 660 กรัม

4.2 ผลการหาปริมาณเรเดียม-226 ในกากตะกอนดีบุก

ซึ่งสารมาตรฐาน U_3O_8 0.14% และกากตะกอนดีบุกหนัก 10.00043 กรัม และ 10.00085 กรัม ตามลำดับ บรรจุในถังพลาสติกแล้วปิดผนึกทิ้งไว้ 30 วัน เพื่อให้เกิดสมดุลเชควิลาร์ระหว่าง เรเดียม-226 กับบิสมัท-214 จากนั้นทำการวัดด้วยเครื่องวัดแกมมาสเปคโตรมิเตอร์ ใช้เวลาในการวัด 6000 วินาที ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวัดหาปริมาณของเรเดียม-226 ในกากตะกอนดิบ
โดยใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดตัน ขนาด 3" x 3"

sample	counts per 6000sec. (Bi-214)	net counts per 6000sec. (Bi-214)	corrected net counts per 6000sec.	ความเข้มข้นของ Ra-226 (ppm)
std. U_3O_8 0.14%	5968	4992	-	0.000427
กากตะกอนดิบ	13964	12989	6395	0.000547
background	976			

การหาปริมาณของเรเดียม-226 ในกากตะกอนดิบโดยวัดรังสีแกมมาของ Bi-214
พลังงาน 1.76 MeV ด้วยหัววัด NaI(Tl) ขนาด 3" x 3" ได้ผลตามตารางที่ 4.1
ตัวอย่างการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 สร้างกราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีต่อเวลา 30000 วินาที กับค่าความแรงรังสีจำเพาะของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 โดยวัดที่ peak ของ ^{214}Bi (1.76 MeV) เมื่อใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดกลมขนาด 3"x 3"

specific activity pCi/300cm ³	จำนวนนับรังสีต่อ30000sec. Bi-214
8.67	223
34.6	783
86.5	1170
108.1	1293
138.4	1704
173.0	2340
259.4	3345

เมื่อนำค่าของจำนวนนับรังสีต่อเวลา 30000 วินาทีกับค่าความแรงรังสีจำเพาะของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 มาหาความสัมพันธ์โดยใช้สมการ least squares จะได้สมการ

$$Y = 12.078X + 155.928 \quad \dots\dots (4.1)$$

ซึ่งหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ 0.98415 ซึ่งนำความสัมพันธ์มาเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4.1

4.4 ผลการหาปริมาณเรเดียม-226 ในตะกั่วดิบ กากตะกั่วดิบและสารละลายกรด

ตะกั่วดิบ	1	กิโลกรัม
กากตะกั่วที่ได้จากการย่อย	660	กรัม
สารละลายกรดที่ได้	5	ลิตร

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการหาปริมาณเรเดียม-226 ในตะกั่วดิบ
และกากตะกั่วดิบ

sample	counts per6000sec.	net counts per6000sec.	corrected counts	wt. Ra-226 $\times 10^{-3}$ (μg)	total wt. Ra-226 (μg)
std. U_3O_8 0.14%	12909	10673	-	4.0273	-
ตะกั่วดิบ	20184	17948	9562	3.608	0.3608
กากตะกั่วดิบ	29234	26998	14438	5.447	0.3595
background	2236				

ผลการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการหาปริมาณเรเดียม-226 ในสารละลายกรด

sample	counts (30000sec.)	net counts (30000sec.)	wt. Ra-226 (μg)	total wt. Ra-226 (μg)
สารละลายกรด	11623	239	7.0532×10^{-6}	1.176×10^{-3}
background	11384			

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 จะเห็นว่าปริมาณของเรเดียม-226 ใน ตะกั่วดีบุก และ กากตะกั่วดีบุก มีปริมาณใกล้เคียงกัน แสดงว่าในการย่อยตะกั่วดีบุก เรเดียมจะตกตะกอนเกือบหมด และจะมีบางส่วนซึ่งมีปริมาณน้อยมากถูกละลายเข้าไปใน สารละลายกรดในการย่อยตะกั่วดีบุก



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 ผลของการชะล้างเรเดียม-226 ออกจากภาคตะกอนดินในประเด็นของปริมาณและความแรงรังสีของเรเดียม-226 เมื่อ pH ของภาคตะกอนดินและอัตราไหลของน้ำเปลี่ยนไป

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลของการชะล้างของเรเดียม-226 ออกจากภาคตะกอนดินในประเด็นของปริมาณและความแรงรังสี เมื่อ pH ของภาคตะกอนดิน และอัตราไหลของน้ำเปลี่ยนไป

ปริมาณ ปูนขาว ที่เติม (gm.)	pH	flow rate (cm ³ /d)	counts per 30000 sec.	specific activity pCi/300cm ³	specific activity pCi/l	wt. of Ra-226 x10 ⁻¹² g	% leaching
-	4.5	50	3930	312.47	1041.58	320.4	0.08864
		100	3470	274.39	914.63	281.3	0.07792
		200	2969	232.90	776.36	238.8	0.06615
		300	2625	204.42	681.42	209.6	0.05806
83	6	50	3126	245.91	819.69	252.1	0.06983
		100	2654	206.82	689.42	212.1	0.05875
		200	2275	175.45	584.83	179.9	0.04983
		300	1914	145.57	485.24	149.3	0.04136
144	6.5	50	2249	173.29	577.65	177.7	0.04922
		100	1828	138.44	461.46	141.9	0.03931
		200	1461	108.05	360.18	110.8	0.03069
		300	1219	88.02	293.39	90.25	0.02500

ตารางที่ 4.5 ต่อ

ปริมาณ ปูนขาว ที่เติม(กรัม.)	pH	flow rate (cm ³ /d)	counts per 30000 sec.	specific activity pCi/300cm ³	specific activity pCi/l	wt. of Ra-226 x10 ⁻¹² g	% leaching
199	7	50	1737	130.90	436.35	134.2	0.03717
		100	1270	92.37	307.47	94.58	0.02620
		200	945	65.33	217.77	66.99	0.01856
		300	738	48.19	160.64	49.42	0.01369
242	7.5	50	1340	98.03	326.78	100.5	0.02784
		100	871	59.20	197.35	60.71	0.01682
		200	715	46.28	154.29	47.46	0.01315
		300	444	23.85	79.50	24.46	0.00678
281	8	50	957	66.32	221.08	68.01	0.01884
		100	585	35.54	118.47	36.41	0.01009
		200	378	18.38	61.29	18.85	0.00522
		300	273	9.69	32.31	9.939	0.00275
313	8.5	50	499	28.40	94.68	29.12	0.00807
		100	346	15.74	52.46	16.14	0.00447
		200	256	8.28	27.62	8.496	0.00235
		300	222	5.47	18.23	5.609	0.00155
337	9	50	350	16.07	53.56	16.47	0.00456
		100	246	7.46	24.86	7.647	0.00212
		200	188	2.65	8.85	2.272	0.00063
		300	165	0.75	2.50	0.702	0.00021



จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าเมื่ออัตราการไหลของน้ำฝนและความ
เป็นกรดของตะกอนเปลี่ยนไป ปริมาณการชะล้างของเรเดียม-226ก็จะเปลี่ยนไป กล่าวคือ
เมื่อ pH สูงขึ้นอัตราการชะล้างของเรเดียม-226จะน้อยลง

นำผลจากตารางมาเขียนความสัมพันธ์เป็นกราฟโดยให้ แกน X แทนอัตรา
ไหลของน้ำ แกน Y แทนความแรงรังสีจำเพาะ (pCi/l) และ เปอร์เซ็นต์การชะล้างของ
เรเดียม-226 ดังรูปที่ 4.2 และ รูปที่ 4.3 ตามลำดับ

ค่าความแรงรังสีหาได้โดยนำไปเปรียบเทียบกับกราฟปรับเทียบของสาร
ละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ซึ่งค่าที่ได้จะมีหน่วยพิโคคูรีต่อ 300 ลบ.ซม. ซึ่งหากเป็น
หน่วยพิโคคูรีต่อลิตร ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สมมติให้มีค่าความแรงรังสีเป็น} & \quad a \quad \text{พิโคคูรีต่อ 300 ลบ.ซม.} \\ \text{จะได้ความแรงรังสีจำเพาะเป็น} & \quad (a \times 1000) / 300 \\ & = 10a/3 \quad \text{พิโคคูรีต่อลิตร} \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

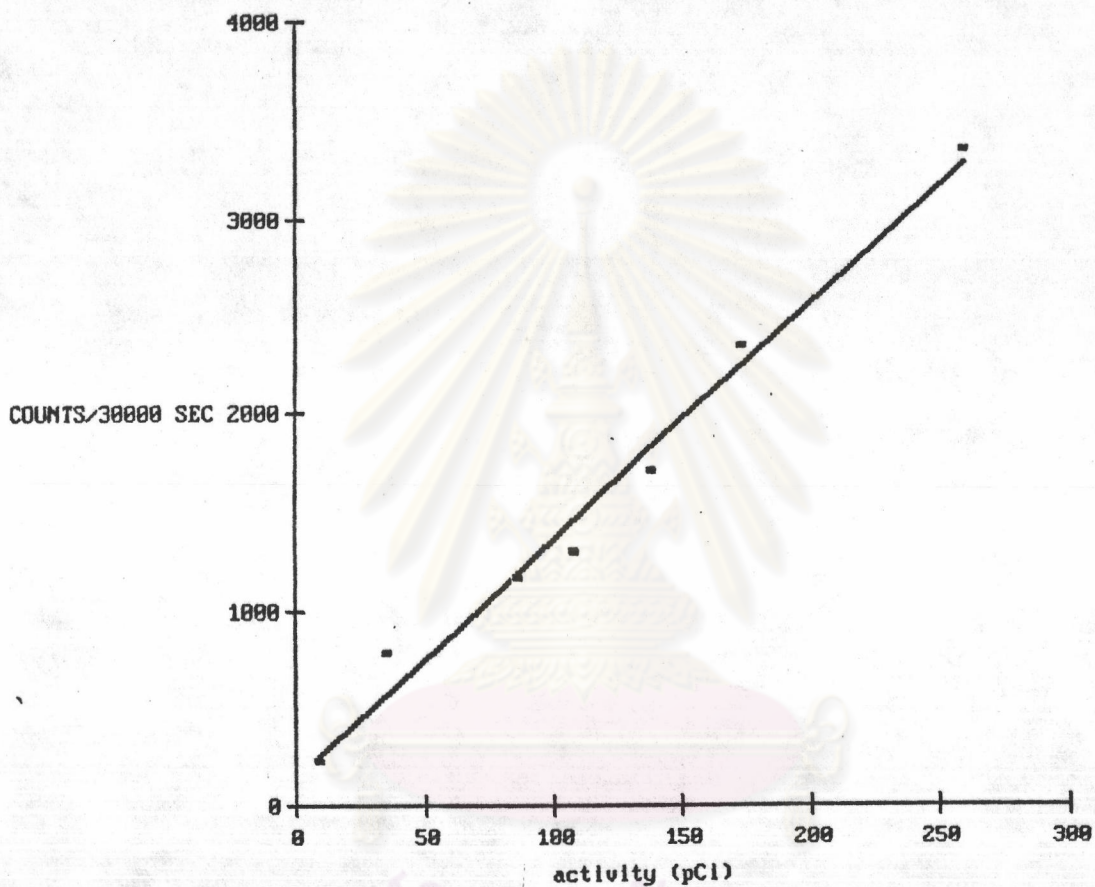
4.6 ผลการชะล้างเรเดียม-226จากภาคตะกอนตื้นๆ เมื่อทำการชะล้างด้วยน้ำฝนในปริมาณที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการชะล้างเรเดียม-226 เมื่อทำการชะล้างด้วยน้ำฝน ปริมาตร 300 ลบ.ซม. และ 600 ลบ.ซม.

ปริมาตรที่ทำการชะล้าง (cm ³)	flow rate (cm ³ /d)	net counts per 30000sec.	wt. Ra-226 (μg)	% leaching
300	50	350	1.647×10^{-5}	0.00456
	100	246	7.647×10^{-6}	0.00212
	200	188	2.750×10^{-6}	0.00076
	300	165	7.977×10^{-7}	0.00022
600	50	350	1.647×10^{-5}	0.00456
	100	227	6.033×10^{-6}	0.00167
	200	195	3.316×10^{-6}	0.00092
	300	166	8.550×10^{-7}	0.00024

ตารางที่ 4.6 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณการชะล้างของเรเดียม-226 เมื่อทำการชะล้างด้วยน้ำฝนปริมาตร 300 ลบ.ซม. และ 600 ลบ.ซม. ผลที่ได้ส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.6 มาเขียนความสัมพันธ์เป็นกราฟโดยให้แกน X เป็น อัตราไหลของน้ำ แกน Y แทนร้อยละของเรเดียม-226 ที่ถูกชะล้างออกมา ดังรูปที่ 4.4

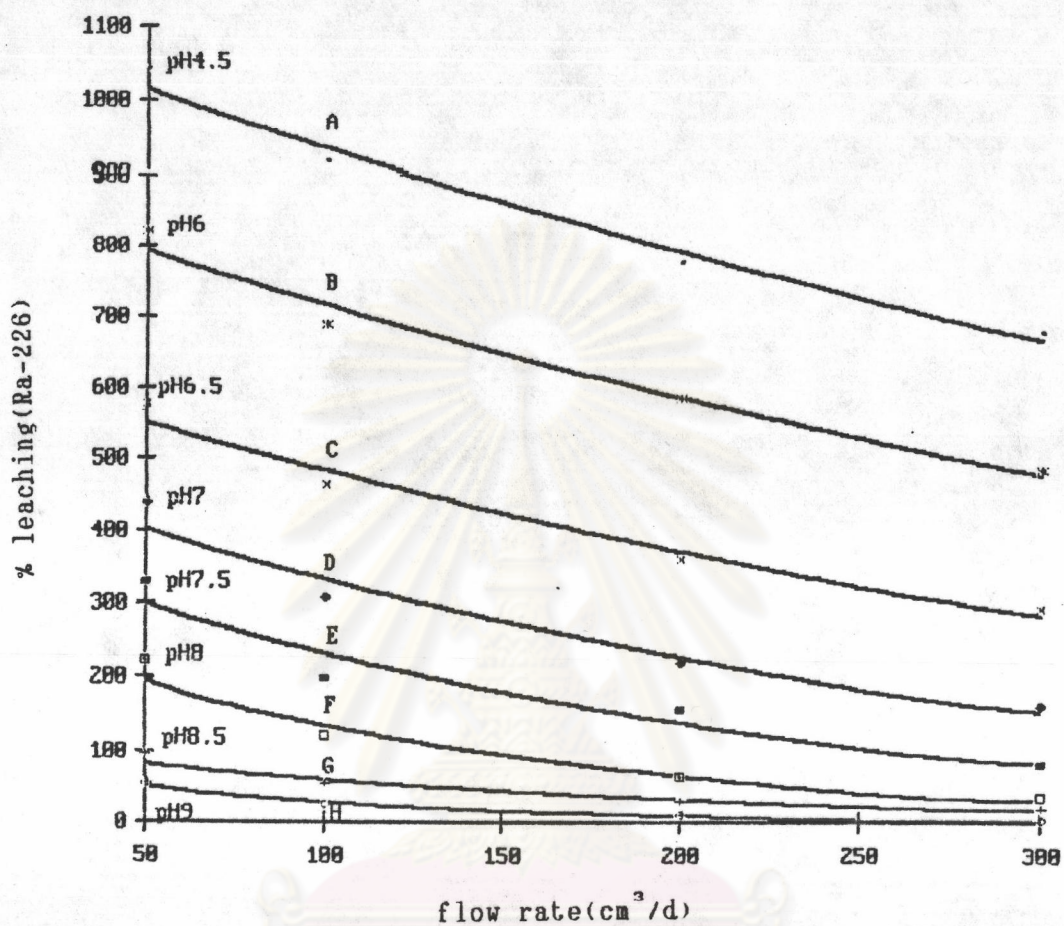
STD Ra-226



รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226

$$Y = 12.078X + 155.9286$$

$$r = 0.99204$$



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราไหลของน้ำที่ชะล้างต่อ ปริมาณรังสีของเรเดียม-226 ที่ถูกชะล้างออกมา

$$A: Y = 1103.5913e^{-0.00166x} \quad r = -0.98206$$

$$B: Y = 876.4859e^{-0.00200x} \quad r = -0.97855$$

$$C: Y = 627.7068e^{-0.00283x} \quad r = -0.96922$$

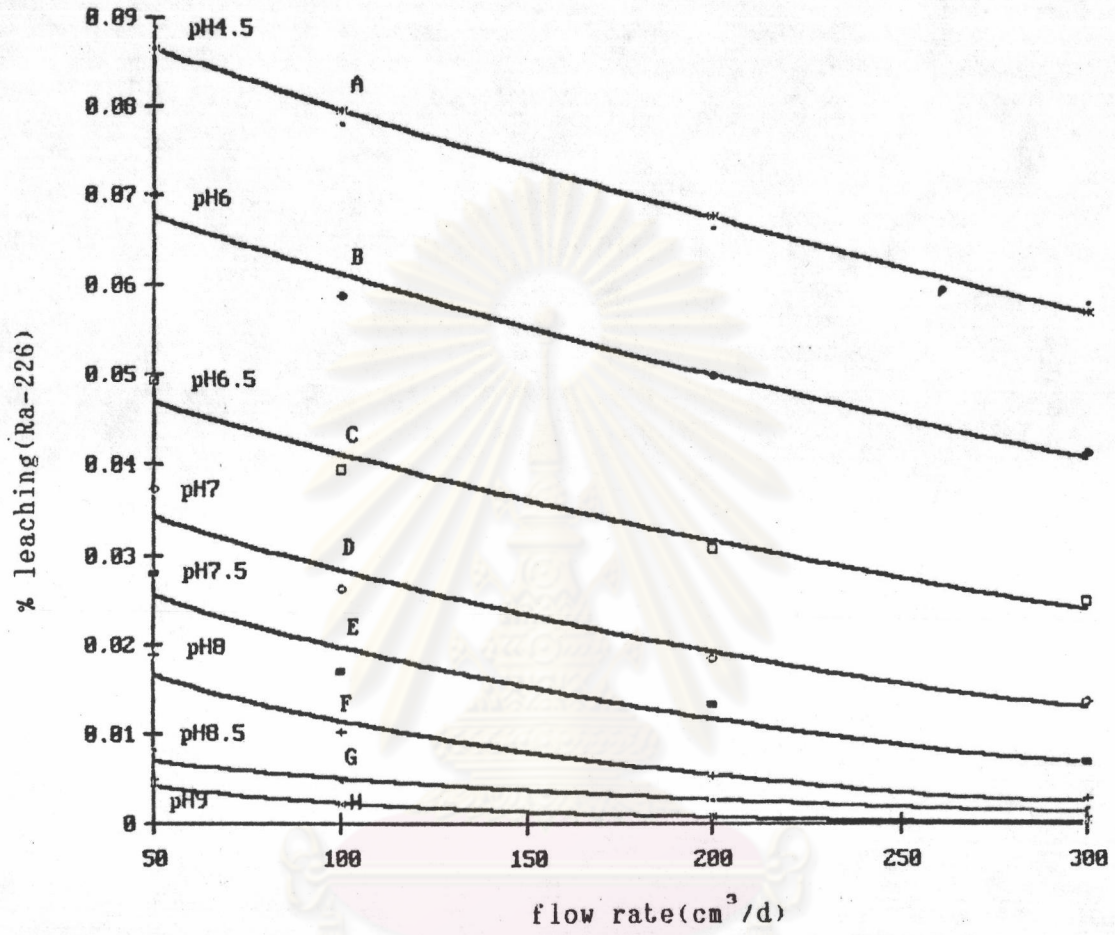
$$D: Y = 488.4664e^{-0.00384x} \quad r = -0.95247$$

$$E: Y = 389.0994e^{-0.00518x} \quad r = -0.93899$$

$$F: Y = 283.3040e^{-0.00742x} \quad r = -0.92185$$

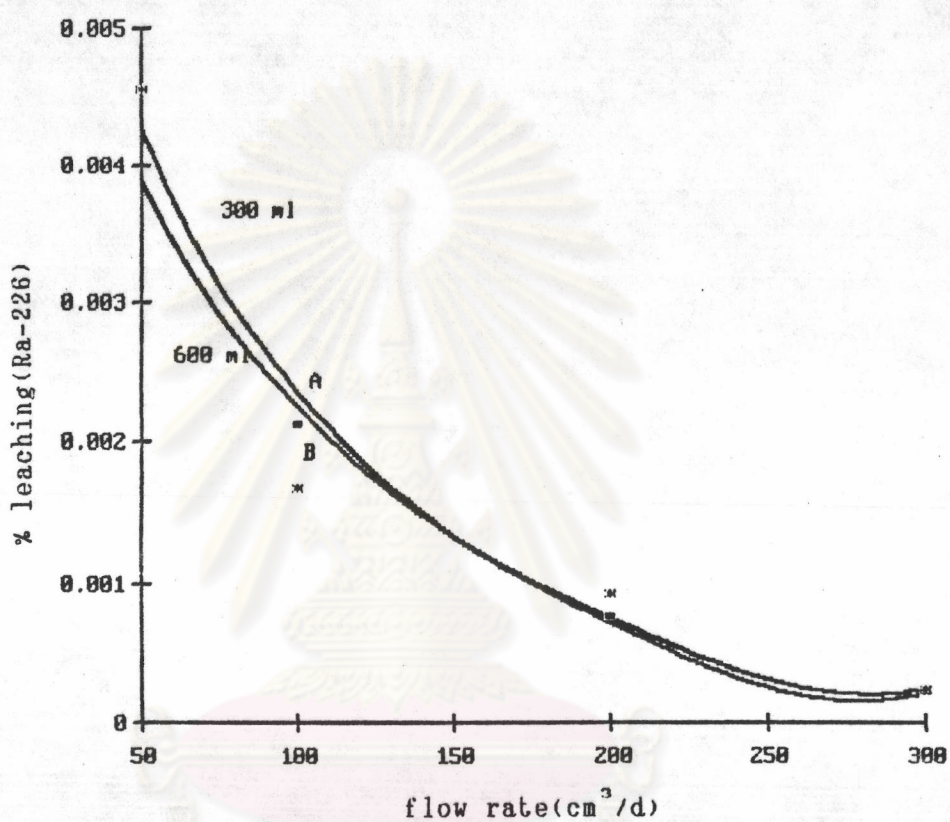
$$G: Y = 112.4194e^{-0.00639x} \quad r = -0.91434$$

$$H: Y = 91.4416e^{-0.01106x} \quad r = -0.91121$$



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราไหลของน้ำที่ชะล้างต่อ ร้อยละของเรเดียม-226 ที่ถูกชะล้างออกมา

A: Y=0.09394e ^{-0.00166x}	r=-0.98243
B: Y=0.07467e ^{-0.00200x}	r=-0.97864
C: Y=0.05348e ^{-0.00263x}	r=-0.96913
D: Y=0.04162e ^{-0.00384x}	r=-0.95217
E: Y=0.03314e ^{-0.00517x}	r=-0.93906
F: Y=0.02414e ^{-0.00742x}	r=-0.92177
G: Y=0.00959e ^{-0.00641x}	r=-0.91436
H: Y=0.00771e ^{-0.01219x}	r=-0.90703



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราไหลของน้ำที่ชะล้างต่อ ร้อยละของเรเดียม-226 ที่ถูกชะล้างออกมาเมื่อทำการชะล้าง ด้วยสารละลายปริมาณต่างๆกัน

$$A: Y = 0.00771e^{-0.0118x} \quad r = -0.91118$$

$$B: Y = 0.00669e^{-0.0109x} \quad r = -0.86999$$