



4.1 การหาปริมาณของสารละลายโคไซโซนที่เหมาะสมต่อการสกัดแยกคัคเคียม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโคไซโซนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัคเคียม แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 เมื่อนำผลการทดลองมาเขียนกราฟระหว่างร้อยละของการสกัดแยกคัคเคียม และปริมาณของโคไซโซนที่ใช้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 พบว่า ปริมาณโคไซโซนเข้มข้น  $10^{-3}$  โมลาร์จำนวน 4 ลบ.ซม. เพียงพอที่จะสกัดแยกคัคเคียม 14.929 ไมโครกรัม โคทมค

4.2 การศึกษาเวลาที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัคเคียม

การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแยกคัคเคียมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อเขียนกราฟระหว่างเวลาที่ใช่เขย่า และร้อยละของการสกัดได้ พบว่าจะต้องใช้เวลาเขย่าอย่างน้อย 2 นาที จึงจะ สกัดคัคเคียมโคทมค ดังแสดงในรูปที่ 4.2

4.3 การศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่อาจรบกวนในการสกัดแยกคัคเคียม

ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 แสดงถึงผลของการสกัดคัคเคียมเมื่อมี สารต่าง ๆ เจือปนอยู่ อาทิ เช่น ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ฯลฯ ในปริมาณ 100 ไมโครกรัม และ 5 มิลลิกรัมตามลำดับ จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าเฉพาะทองแดง โคบอลต์ สังกะสี เท่านั้น ที่รบกวนในการสกัดแยกคัคเคียม

ในตารางที่ 4.4 นั้นจะพบว่า นิเกิล โคบอลต์ สังกะสี พรอท เงิน และ ทองแดง จะรบกวนในการสกัดแยกคัคเคียม

#### 4.4 การศึกษาปริมาณของตัวกันเพื่อใช้ป้องกันสารที่รบกวนในการสกัดแยกคัตต์ เมียม

ตารางที่ 4.5 แสดงถึงผลของการสกัดแยกคัตต์เมียม เมื่อมีสารชนิดต่าง ๆ เจือปนอยู่ โดยมีสารละลายโคเมทิลไกลออกไซม์เข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 5 ลบ.ซม. เป็นตัวกัน ผลการทดลองแสดงว่า โคเมทิลไกลออกไซม์ สามารถกันโคบอลต์และ **สังกะสี** ที่มีอยู่ในปริมาณ 100 ไมโครกรัม และ 5 มิลลิกรัม และสามารถกันทองแดง ที่มีอยู่ในปริมาณ 100 ไมโครกรัมได้ รวมทั้งสามารถกันนี้เกิดแม้จะมีความเข้มข้น ขนาด 5 มิลลิกรัม แต่ไม่สามารถกัน ทองแดง พรอท เงิน ในความเข้มข้นขนาด 5 มิลลิกรัมได้

#### 4.5 การศึกษาปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดกลับของคัตต์เมียม

ผลการศึกษาปริมาณกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.025 โมลาร์ ที่พอเหมาะ เพื่อใช้ในการสกัดกลับของคัตต์เมียม แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ และร้อยละของการสกัดกลับของคัตต์เมียม จากรูป 4.3 แสดงว่า กรดไฮโดรคลอริก จำนวน 2 ลบ.ซม. เพียงพอในการสกัดกลับคัตต์เมียมจากชั้นสารละลายโคโซโซน

#### 4.6 การศึกษาเวลาที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดกลับของคัตต์เมียม

ผลของการศึกษาเวลาที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดกลับของคัตต์เมียม แสดงในตารางที่ 4.7 เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้เขย่าและร้อยละของการสกัดกลับ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 พบว่าเวลาที่ใช้เขย่าเพียง 1 นาที เพียงพอในการสกัดกลับของคัตต์เมียมจากชั้นสารละลายโคโซโซน

#### 4.7 การศึกษาความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการสกัดแยกคัตเมียมในชั้น ชั้นสตอยคิโอเมตริกไอโซโทปโคลูชัน

ผลการศึกษากความเป็นกรด-ด่าง เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแยกคัตเมียมได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.5 ผลการทดลองพบว่าช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการสกัดแยกคัตเมียมได้ดีที่สุด มีค่า 8.5

#### 4.8 การศึกษาปริมาณไอโซโชนที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัตเมียมในชั้น ชั้นสตอยคิโอเมตริกไอโซโทปโคลูชัน

ตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.6 แสดงถึงปริมาณไอโซโชนที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัตเมียม โดยพบว่าต้องใช้ไอโซโชนเข้มข้น  $2 \times 10^{-6}$  โมลาร์ จำนวนอย่างน้อย 4 ลบ.ซม. จึงจะเพียงพอในการสกัดแยกคัตเมียมจำนวน 0.293 ไมโครกรัม

#### 4.9 การศึกษาเวลาที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดคัตเมียมในชั้นชั้นสตอยคิโอเมตริก ไอโซโทปโคลูชัน

ผลของการศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ 4.10 จากผลที่ได้ในตาราง ขำไปสร้างกราฟระหว่างระยะเวลาที่ใช้เขย่า และร้อยละของการสกัดแยกคัตเมียมได้ ดังรูปที่ 4.7 จากรูปพบว่าใช้เวลาเพียงครั้งนาที เพียงพอที่จะใช้ในการสกัดแยกคัตเมียม

#### 4.10 การทดสอบ reproducibility ของเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาในชั้นตอน ของชั้นสตอยคิโอเมตริกไอโซโทปโคลูชัน

ผลการวิเคราะห์ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 แสดงว่าปริมาณของคัตเมียมที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณของคัตเมียมที่เค็มลงไปมาก นอกจากนั้น



ยังสามารถวิเคราะห์หาคัดเบียมได้ในช่วงความเข้มข้นค่อนข้างกว้าง กล่าวคือตั้งแต่ 0.146 ถึง 1.17 ไมโครกรัม ทำให้สามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนการวิเคราะห์ที่พัฒนานี้ มีผลสมบูรณ์

#### 4.11 การทดสอบความเชื่อถือได้ของเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาในขั้นตอนของ ขั้นตอนยกลีไอเมตริกไอโซโทปโคคูล์

ตารางที่ 4.12 แสดงถึงผลการทดลองดังกล่าว ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดว่าได้รับผลเป็นที่น่าพอใจยิ่ง กล่าวคือสามารถวิเคราะห์ปริมาณคัดเบียมที่เค็มลงไปจำนวน 1.17 และ 0.059 ไมโครกรัมตามลำดับ ได้ใกล้เคียงถึง  $1.13 \pm 0.038$  และ  $0.058 \pm 0.003$  ไมโครกรัม ตามลำดับ

#### 4.12 การทดสอบ reproducibility ของเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาแล้ว ทุกขั้นตอน

ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.13 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทดสอบเทคนิคที่พัฒนาแล้วเป็นที่น่าพอใจ

#### 4.13 การทดสอบความเชื่อถือได้ของเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาแล้วทุกขั้นตอน

ผลของการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.14 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงทั้งความถูกต้องและความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาเมื่อนำไปวิเคราะห์สารตัวอย่างมาตรฐานจากต่างประเทศ

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณสารละลายโคโคไซโนที่เหมาะสมต่อการสกัดแยกคัคเมียม

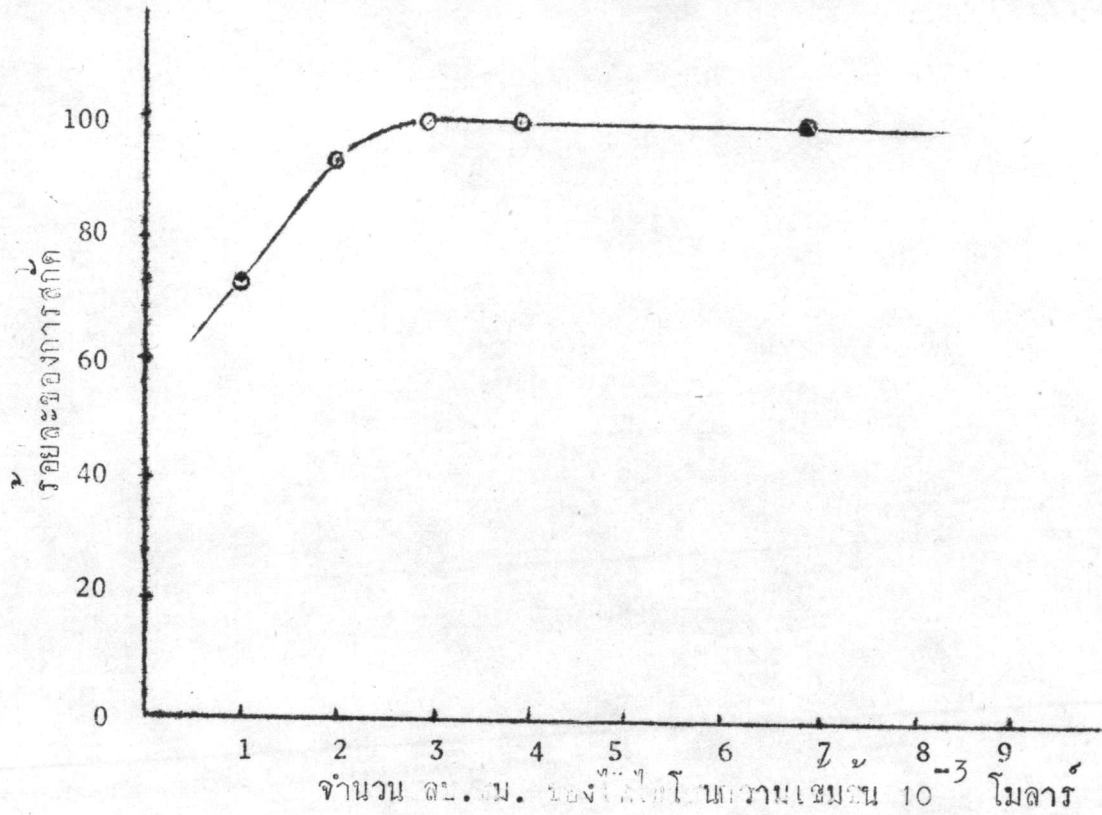
ปริมาณโคโคไซโน ลบ.ซม.	ความแรงรังสีทั้งหมด ครั้ง/นาที	ร้อยละของการสกัด
1	113,602	71.50
2	147,752	92.91
3	158,406	99.60
4	157,312	98.90
7	158,662	99.70

สารละลายคัคเมียมรังสีที่ใช้ 1 ลบ.ซม. มีความแรงรังสี 159026 ครั้ง/นาที

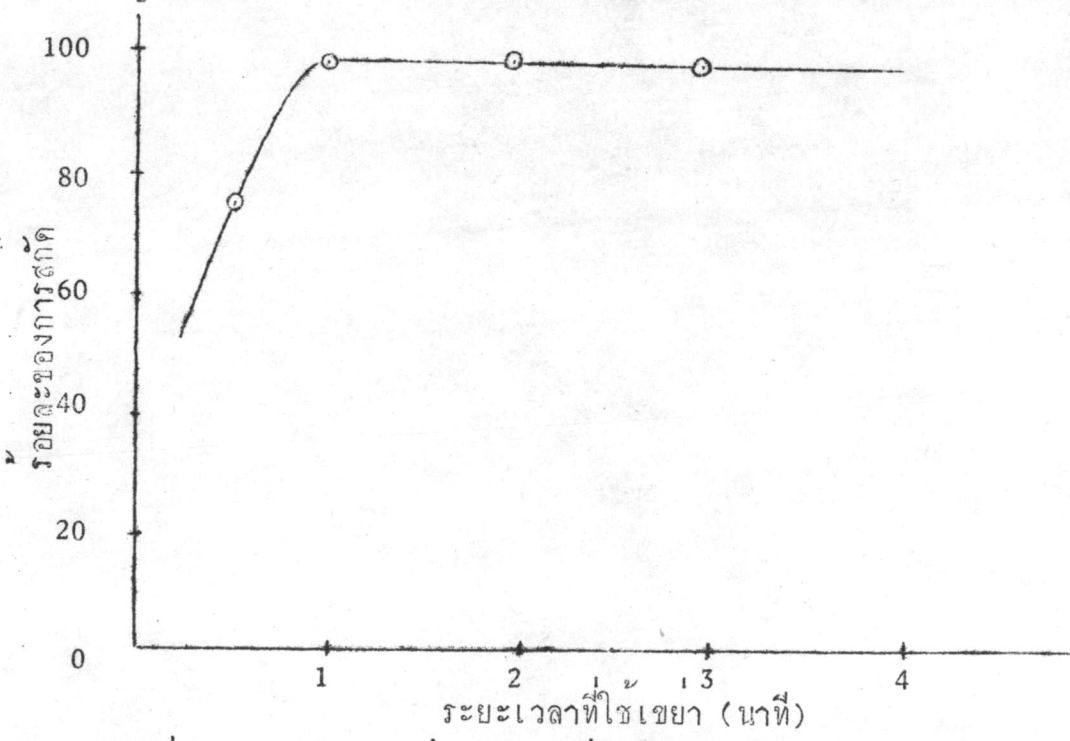
ตารางที่ 4.2 แสดง เวลาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัคเมียม

ระยะเวลาที่เขย่า นาที	ความแรงรังสีทั้งหมด ครั้ง/นาที	ร้อยละของการสกัด
0.5	62,904	74.86
1	82,752	98.48
2	83,412	99.27
3	82,764	98.50

สารละลายคัคเมียมรังสีที่ใช้ 1 ลบ.ซม. มีความแรงรังสี 84022 ครั้ง/นาที



รูปที่ 4.1 แสดงปริมาณโคโรโซนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัลเซียม 14.292 ไมโครกรัม



รูปที่ 4.2 แสดงเวลาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัลเซียม

ตารางที่ 4.3 แสดงผลกระทบบของธาตุต่างชนิด ในขนาดความเข้มข้น  
เป็นไมโครกรัม (100 ไมโครกรัม) ที่รบกวนการสกัด  
แยกคัตเมียม

ธาตุที่เติมลงไป	ความแรงรังสีที่สกัดแยกออกมา ครั้ง/นาที
.....	4,825
นิกเกิล (2)	4,776
โซบอห์น (2)	2,570
สังกะสี (2)	4,620
อินเดียม (3)	4,743
ดีบุก (2)	4,853
ตะกั่ว (2)	4,836
ปรอท (2)	4,835
เงิน (1)	4,785
ทองแดง (1)	3,230



ตารางที่ 4.4 แสดงผลกระทบของธาตุต่างชนิดในขนาดความเข้มข้น เป็น  
มาโครกรัม (5 มิลลิกรัม) ที่รบกวนการสกัดแยกคัตเมียม

ธาตุที่เติมลงไป	ความแรงรังสีที่สกัดแยกออกมา กรัง/นาที
-	15,420
นิกเกิล (2)	6,070
โคบอลต์ (2)	377
สังกะสี (2)	14,377
อินเดียม (3)	15,558
ดีบุก (2)	15,281
ตะกั่ว (2)	15,473
ปรอท (2)	368
เงิน (1)	535
ทองแดง (1)	360

ตารางที่ 4.5 แสดงผลของการสกัดแยกคัตเมียมเมื่อมีตัวกวนต่าง ๆ  
และมีโคเมทิลไกลออกไซม์เป็นตัวกวน

โคเมทิล- ไกลออกไซม์ ค.บ.ขม.	ความแรง รังสีของ คัตเมียม กรัง/นาที	ความแรงรังสีที่สกัดได้ (กรัง/นาที)								
		โคบอลต์		สังกะสี		ทองแดง		นิกเกิล	ปรอท	เงิน
		100 $\mu$ g	5 mg	100 $\mu$ g	5 mg	100 $\mu$ g	5 mg	5 mg	5 mg	5 mg
5	15,341	15,320	15,193	15,211	15,406	14,068	360	15,345	178	535



ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่เหมาะสมในการสกัดคัลคัมเมียม

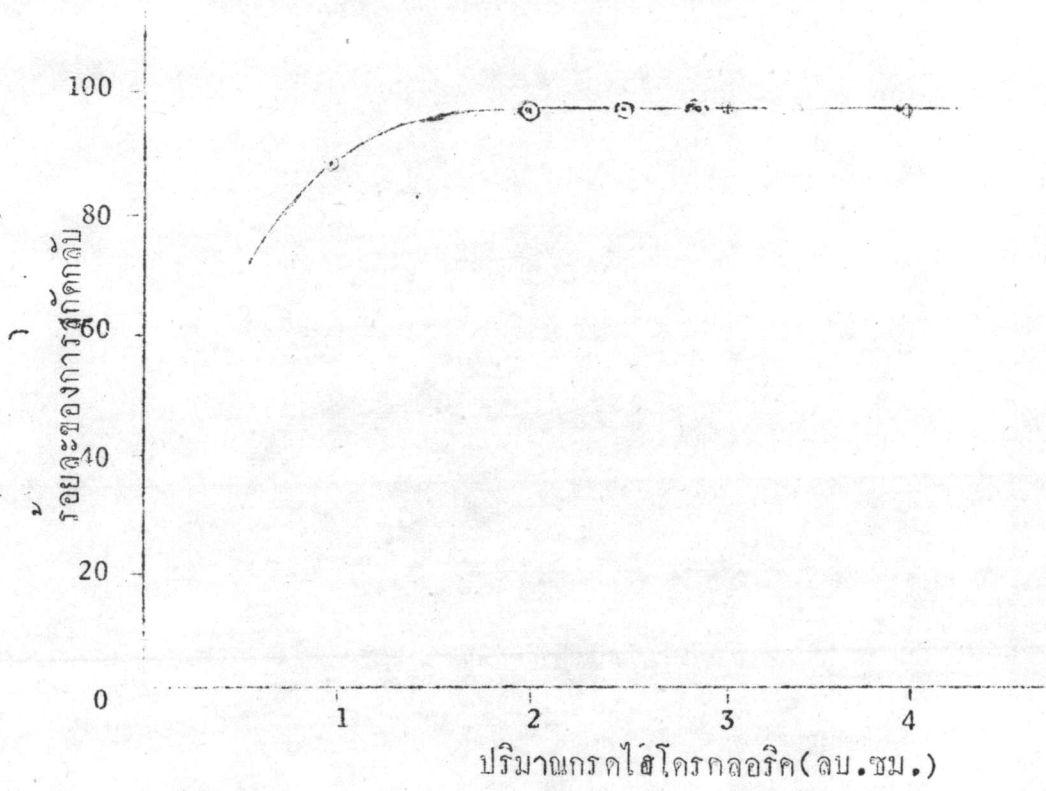
ปริมาณกรดไฮโดรคลอริก ลบ.ซม.	ความแรงรังสีในชั้นกรด ครั้ง/นาที	ร้อยละของการสกัด
1	4,227	88.28
2	4,785	99.93
3	4,699	98.14
4	4,744	98.08

สารละลายคัลคัมเมียมรังสี 1 ลบ.ซม. มีความแรง รังสี 4788 ครั้ง/นาที

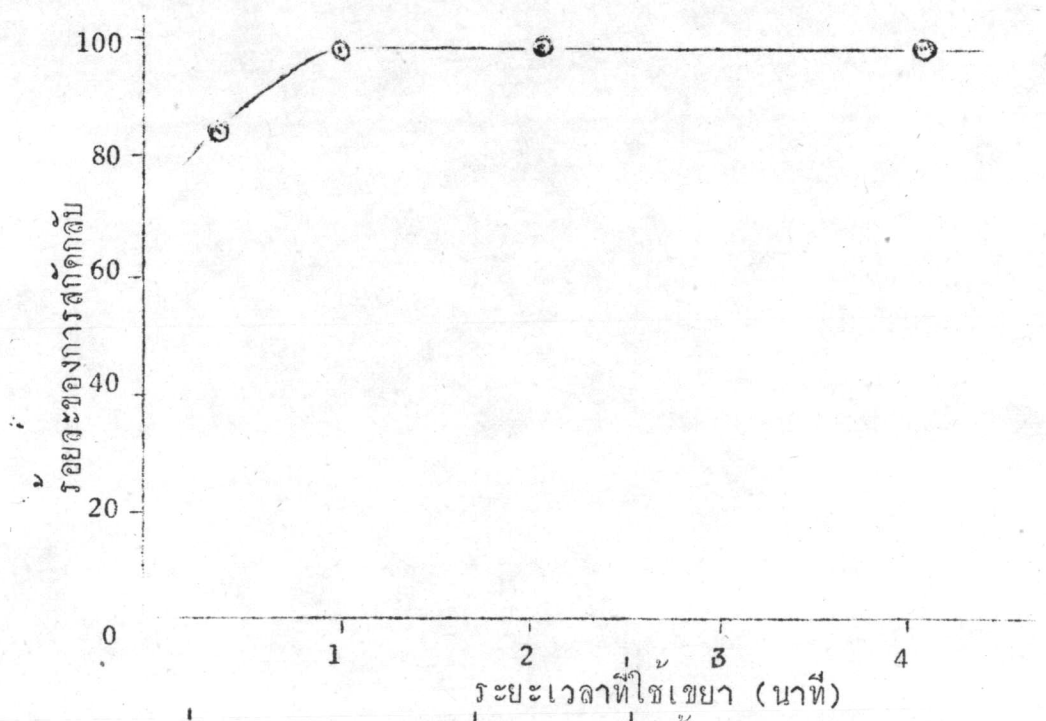
ตารางที่ 4.7 แสดงเวลาที่พอดเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดคัลคัมเมียมโดยใช้  
กรดไฮโดรคลอริก

ระยะเวลาที่เขย่า นาที	ความแรงรังสีในชั้นกรด ครั้ง/นาที	ร้อยละของการสกัด
0.5	3,872	80.86
1	4,762	99.45
2	4,785	99.93
3	4,747	99.14

สารละลายคัลคัมเมียมรังสี 1 ลบ.ซม. มีความแรง รังสี 4788 ครั้ง/นาที



รูปที่ 4.3 แสดงปริมาณของกรดไฮโคทรอลอริคที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัด กลับบัคคี่เยี่ยม

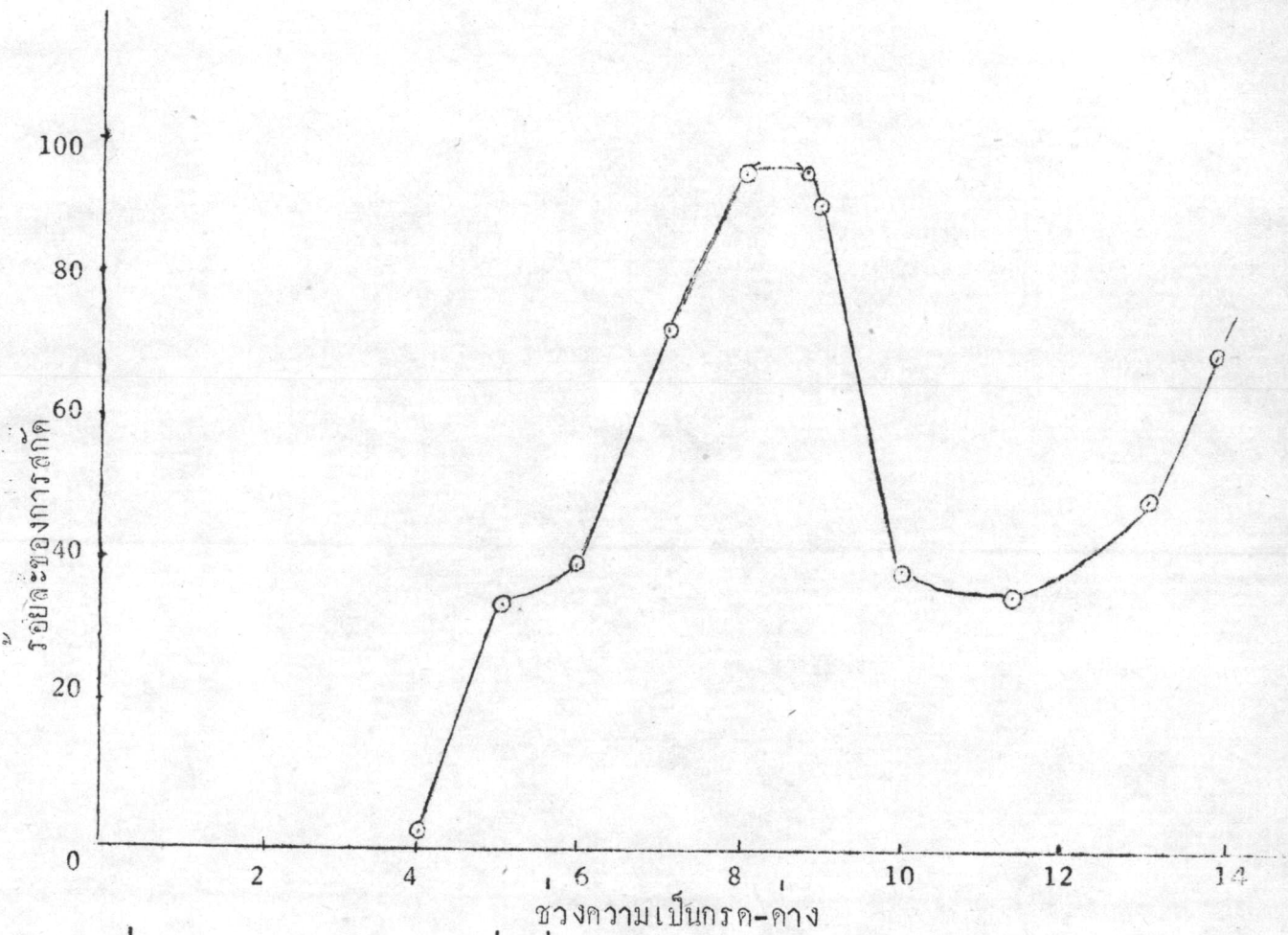


รูปที่ 4.4 แสดงเวลาที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดกลับบัคคี่เยี่ยม

ตารางที่ 4.8 แสดงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการสกัดแยกคัสเมียม  
ในชั้นชั้นสตอยคิโอเมตริกไอโซโทปโคคลีน

ความเป็นกรด-ด่าง	ร้อยละของการสกัด
1-3	—
4	2.78
5	35.89
6	40.31
7	73.59
8	94.65
8.3	94.83
8.54	94.45
8.66	94.10
8.90	97.23
9	90.88
10	39.05
11.5	35.65
13	49.15
14	71.86



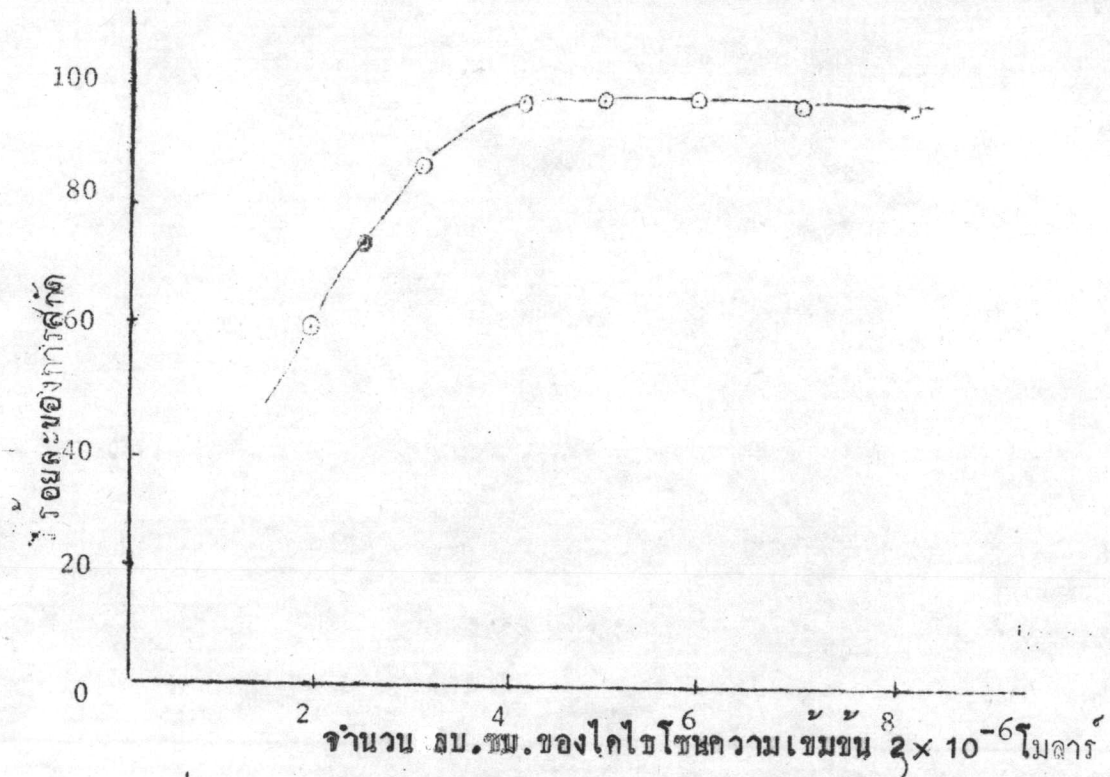


รูปที่ 4.5 แสดงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการสกัดแยกคัสเมียมในชั้นรับสคอยคิโอมเมตริก-ไอโซโทปโคลูชัน

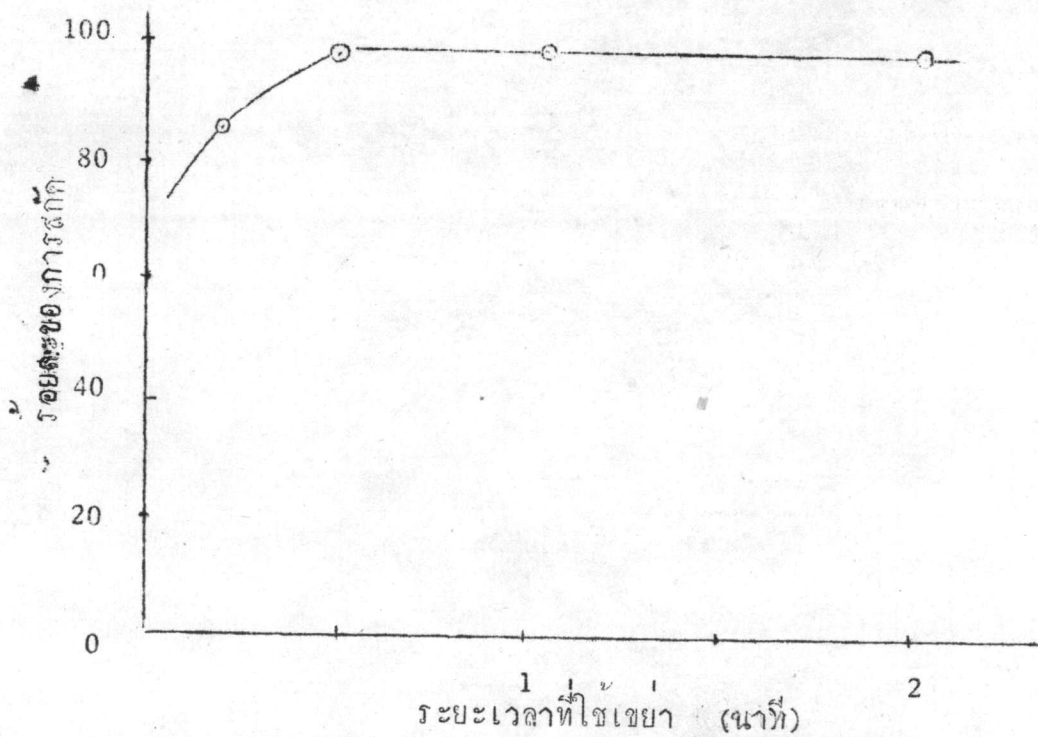
ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณโคโซโซนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดแคคเคียม  
ในชั้นชั้นสกัดยาคีโอมเมตริกไอโซโทปโคลูชัน

ปริมาณโคโซโซน $2 \times 10^6$ รมล. ลบ.ทม.	ความแรงรังสีทั้งหมด กรัง/นาที่	ร้อยละของการสกัด
2	17,800	59.05
3	25,767	85.48
4	29,612	98.24
5	29,725	98.61
6	29,760	98.73
7	30,121	99.93

สารละลายคัคเคียมรังสี 1 ลบ.ทม.มีความแรงรังสี 30142 กรัง/นาที่



รูปที่ 4.6 แสดงปริมาณสารละลายโคโซโซนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดคัตเมียม 0.293 ไมโครกรัม ในชั้นขั้วสทอยคิโอเมตริกไอโซโทปโคลูชั่น



รูปที่ 4-7 แสดงเวลาที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัตเมียมในชั้นขั้วสทอยคิโอเมตริกไอโซโทปโคลูชั่น



ตารางที่ 4.10 แสดง เวลาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการสกัดแยกคัดเมียม  
ในชั้นซับสทอยคิโอเมตริก. ไอโซโทปไคลลูชั่น

ระยะเวลาที่ใช้เขย่า วินาที	ความแรงรังสีทั้งหมด ครั้ง/นาที	ร้อยละของการสกัด
10	26,136	86.70
20	27,752	92.07
30	29,692	98.5
60	29,676	98.45
120	29,728	98.9

กัตเมียมรังสี 1 ลบ.ซม. มีความแรงรังสี 30142 ครั้ง/นาที

ตารางที่ 4.11 แสดง reproducibility ของเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาในขั้นตอนของ  
ซับสทอยคิโอเมตริกไอโซโทปไคลลูชั่น

ปริมาณคัตเมียมที่ เคมีลงไป ไมโครกรัม	ปริมาณคัตเมียมที่วิเคราะห์ได้ ไมโครกรัม
0.146	0.145
0.293	0.298
0.585	0.581
0.878	0.822
1.17	1.128

ตารางที่ 4.12 แสดงความเชื่อถือได้ของ เทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาในขั้นตอนของ  
ระดับศอกยคิโอบเมตริกไอโซโทปโคจรัน

ปริมาณคักเมียมที่ เค็มลงไป ไมโครกรัม	ปริมาณคักเมียมใน คักเมียมรังสี ไมโครกรัม	$A_i/A_f$	ปริมาณคักเมียมที่คำนวณได้ ไมโครกรัม
1.17	0.792	2.407	1.11
1.17	0.792	2.46	1.16
1.17	0.792	2.472	1.17
1.17	0.792	2.368	1.08
			$1.13 \pm 0.038$
0.059	0.293	1.205	0.060
0.059	0.293	1.194	0.050
0.059	0.293	1.188	0.055
0.059	0.293	1.212	0.062
0.059	0.293	1.202	0.059
			$0.058 \pm 0.003$

ตารางที่ 4.13 แสดง reproducibility ของเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาแล้ว โดยการวิเคราะห์สารมาตรฐาน

ปริมาณค้ค้เมี่ยมในสารตัวอย่าง ไมโครกรัม	ปริมาณค้ค้เมี่ยมที่วิเคราะห์ ไมโครกรัม
0.059	0.059
0.293	0.329
0.878	0.825
1.17	1.08

ตารางที่ 4.14 แสดงความเชื่อถือได้ของเทคนิคการวิเคราะห์ที่พัฒนาแล้ว โดยการวิเคราะห์สารตัวอย่างมาตรฐานจากต่างประเทศ

ชนิดของสาร ตัวอย่างมาตรฐาน	ปริมาณค้ค้เมี่ยมใน 1 กรัม ของสารตัวอย่างมาตรฐาน	
	ค่าจริงของสารมาตรฐาน ไมโครกรัม	ค่าที่วิเคราะห์ได้ ไมโครกรัม *
Kale	0.746 ± 0.237 **	0.771 ± 0.037
Bovine Liver	0.270 ± 0.04 ***	0.252 ± 0.017
Orchard Leaves	0.110 ± 0.02 ***	0.104 ± 0.013

\* เป็นผลของการวิเคราะห์ไม่น้อยกว่า 3 ชุด (set)

\*\* เป็นค่าที่วิเคราะห์ได้โดย Dr. Bowen

\*\*\* เป็นค่าที่วิเคราะห์ได้โดย NBS.