

ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 การทดลองเพื่อหาปริมาณกรกเกลือที่เหมาะสมสำหรับการพ่นกำลังเรซิน

ผลการทดลอง สำหรับ Duolite A 378 แสดงไว้ในรูปที่ 4.1-4.4 สำหรับ Amberlite IRA 94 แสดงไว้ในรูปที่ 4.5-4.9 การหา Capacity ในการกำจัดไนเตรตจากพื้นที่สายคือ  $Area = Effective Capacity (CE)$  ตัวอย่างตามรูปที่ 4.1 ค่าที่ได้จะเป็น มก/ลิตรของเรซิน (as N) โดยคิดพื้นที่จนถึงจุดที่มีไนเตรทรั่วไหล (Break Through) เท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ของไนเตรทซาเซา (Johnson and Musterman 1979).

รูปที่ 4.1 หม้อกรองเรซิน Duolite A 378 เมื่อนำคิบสังเคราะห์ที่มีปริมาณ  $NO_3^-$  200 มก/ล as N,  $Cl^-$  20 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล พ่นกำลังด้วยกรกเกลือ 42 กรัม (1.15 กรัมสมมูล) ต่อลิตรของเรซิน ได้ค่า CE ในการกำจัดไนเตรท เท่ากับ 5930 มก (0.42 กรัมสมมูล) ต่อลิตรของเรซิน จะเห็นได้ว่าการรั่วของอนุมูล (Leakage) สำหรับไนเตรทมากถึง 65 มก/ล.

รูปที่ 4.2 หม้อกรองเรซิน Duolite A 378 เมื่อนำคิบสังเคราะห์ที่มีปริมาณ  $NO_3^-$  200 มก/ล as N,  $Cl^-$  20 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล พ่นกำลังด้วยกรกเกลือ 83 กรัม (2.27 กรัมสมมูล) ต่อลิตรของเรซิน ได้ค่า CE ในการกำจัดไนเตรท เท่ากับ 9350 มก (0.67 กรัมสมมูล) ต่อลิตรของเรซิน การรั่วของอนุมูลสำหรับไนเตรทเท่ากับ 45 มก/ล

รูปที่ 4.3 หม้อกรองเรซิน Duolite A 378 เมื่อนำคิบสังเคราะห์ที่มีปริมาณ  $NO_3^-$  200 มก/ล as N,  $Cl^-$  20 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล, และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล

พื้นกำลังควยกรกเกลือ 125 กรัม ( 3.42 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน ไค้ค่า  $C_E$   
ในการกำจัดในเทรทเท่ากับ 10930 มก ( 0.78 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน การร้ว  
ของอนมูล สำหรับในเทรทเท่ากับ 20 มก/ล.

รูปที่ 4.4 หม้อกรองเรซิน Duolite A 378 เมื่อนำคิบสังเคราะห์มี  
ปริมาณ  $NO_3^-$  200 มก/ล as N,  $Cl^-$  20 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล  
พื้นกำลังควยกรกเกลือ 167 กรัม ( 4.57 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน ไค้ค่า  $C_E$   
ในการกำจัดในเทรทเท่ากับ 11850 มก (0.85 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน การร้ว  
ของอนมูลสำหรับในเทรทเท่ากับ 10 มก/ล.

จากรูปที่ 4.1-4.4 จำนวนกรกเกลือที่ใช้ในการพื้นกำลังและ ไค้ค่า  $C_E$   
ในการกำจัดในเทรทแสดงควยเส้นกราฟ A ในรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.5 หม้อกรองเรซิน Amberlite IRA 94 เมื่อนำคิบสังเคราะห์  
มีปริมาณ  $NO_3^-$  214 มก/ล as N,  $Cl^-$  20 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล  
พื้นกำลังควยกรกเกลือ 23 กรัม (0.63 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน ไค้ค่า  $C_E$  ใน  
การกำจัดในเทรทเท่ากับ 4260 มก (0.30 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน การร้วของ  
อนมูลสำหรับในเทรทเท่ากับ 85 มก/ล.

รูปที่ 4.6 หม้อกรองเรซิน Amberlite IRA 94 เมื่อนำคิบสังเคราะห์  
มีปริมาณ  $NO_3^-$  214 มก/ล as N,  $Cl^-$  20 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล  
พื้นกำลังควยกรกเกลือ 46 กรัม ( 1.26 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน ไค้ค่า  $C_E$  ใน  
การกำจัดในเทรทเท่ากับ 6924 มก ( 0.49 กรัมสมมูลย์) คอลิทรของเรซิน การร้ว  
ของอนมูลสำหรับในเทรทเท่ากับ 45 มก/ล.

รูปที่ 4.7 หม้อกรองเรซิน Amberlite IRA 94 เมื่อนำคิบสังเคราะห์  
มีปริมาณ  $NO_3^-$  214 มก/ล as N,  $Cl^-$  20 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล

พื้นกำลังด้วยกรกเกลือ 68 กรัม (1.86 กรัมสมมูลย์) ต่อลิตรของเรซิน ใต้ค่า CE ในการกำจัดไนเตรตเท่ากับ 8357 มก (0.60 กรัมสมมูลย์) ต่อลิตรของเรซิน การรั่วของอนุมูลสำหรับไนเตรตเท่ากับ 25 มก/ล.

รูปที่ 4.8 หม้อกรองเรซิน IRA 94 เมื่อนำคิมสังเคราะห์ที่มีปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  214 มก/ล as N,  $\text{Cl}^-$  20 มก/ล,  $\text{SO}_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $\text{HCO}_3^-$  60 มก/ล พื้นกำลังด้วยกรกเกลือ 91 กรัม (2.49 กรัมสมมูลย์) ต่อลิตรของเรซิน ใต้ค่า CE ในการกำจัดไนเตรตเท่ากับ 8957 มก (0.64 กรัมสมมูลย์) ต่อลิตรของเรซิน การรั่วของอนุมูลสำหรับไนเตรตเท่ากับ 10 มก/ล.

รูปที่ 4.9 หม้อกรองเรซิน Amberlite IRA 94 เมื่อนำคิมสังเคราะห์ที่มีปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  214 มก/ล as N,  $\text{Cl}^-$  20 มก/ล,  $\text{SO}_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $\text{HCO}_3^-$  60 มก/ล พื้นกำลังด้วยกรกเกลือ 136 กรัม (3.72 กรัมสมมูลย์) ต่อลิตรของเรซิน ใต้ค่า CE ในการกำจัดไนเตรตเท่ากับ 9000 มก (0.64 กรัมสมมูลย์) ต่อลิตรของเรซิน การรั่วของอนุมูลสำหรับไนเตรตเท่ากับ 5 มก/ล.

จากรูปที่ 4.5-4.9 จำนวนกรกเกลือที่ใช้ในการพื้นกำลังและใต้ค่า CE ในการกำจัดแสดงด้วยเส้นกราฟ B ในรูป 4.10

รูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่าสำหรับเรซิน Duolite A 378 และ Amberlite IRA 94 ปริมาณของกรกเกลือที่เหมาะสมในการพื้นกำลังเรซินสำหรับการกำจัดไนเตรต จะอยู่ที่ค่าประมาณ 125 และ 91 กรัมต่อลิตรของเรซินตามลำดับ โดยค่านี้น่าจะเพิ่มปริมาณกรกพื้นกำลังมากขึ้นไม่ทำให้ใต้ค่า CE เพิ่มมากนัก ส่วนการลดปริมาณกรกต่ำลงมาก ทำให้การรั่วของอนุมูลมาก

ใต้ค่า CE ในการกำจัดสำหรับ Duolite A 378 จะสูงกว่า Amberlite IRA 94 เมื่อปริมาณการใช้กรกเกลือในการพื้นกำลังเรซินอยู่ในช่วงประมาณ 40-70 กรัมต่อลิตรของเรซิน แต่หลังจากใช้ในช่วง 70 กรัมต่อลิตรของเรซินขึ้นไป Duolite A 378 จะดีกว่า Amberlite IRA 94.

จากรูปที่ 4.1-4.9 อาจสรุปลักษณะการทำงานเรซินได้ดังนี้  
 สมมูลย์ของคลอไรด์ที่คายออกมาจะสูงกว่าสมมูลย์ของซัลเฟต, ไนเตรต  
 และไบคาร์บอเนตที่กำจัดออกอีกเล็กน้อย ตัวอย่างรูปที่ 4.2 จุดที่ช่วงค่าปริมาณน้ำกรอง  
 เป็น 30 BV ปริมาณคลอไรด์ที่ถูกคายออกมาเป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \text{NO}_3^- &= \text{NO}_3^- \text{ ที่กำจัด} - \text{NO}_3^- \text{ ที่ Leakage} \\ &= 200 - 45 \\ &= 155 \text{ มก/ล as N} \\ &= 155 \times \frac{35}{14} = 393 \text{ มก/ล as Cl}^- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SO}_4^{2-} &= \text{SO}_4^{2-} \text{ ที่กำจัด} - \text{SO}_4^{2-} \text{ ที่ Leakage} \\ &= 220 - 3 \\ &= 217 \text{ มก/ล as SO}_4^{2-} \\ &= 217 \times \frac{35.5}{48} = 160 \text{ as Cl}^- \end{aligned}$$

$$\text{HCO}_3^- = 60 \text{ มก/ล as CaCO}_3 = 43 \text{ as Cl}^-$$

$$\text{Cl}^- \text{ ที่มีอยู่เดิม} = 20$$

$$\begin{aligned} \text{ผลรวม Cl}^- \text{ ที่ออกมาจากการคำนวณ} &= 393 + 160 + 43 + 20 \\ &= 616 \text{ มก/ล as Cl}^- \end{aligned}$$

## ศูนย์วิทยพัทยาการ

ดูจาก  $\text{Cl}^-$  ที่ออกมาจริงประมาณ 650 มากกว่าจากการคำนวณประมาณ 34 มก/ล  
 ซึ่งจะเป็น  $\text{HCl}$  ที่หล่นออกมาเพื่อรักษาสภาพความเป็นกรดระหว่างการกรองซึ่งสามารถ  
 ดูได้จากค่าพีเอชประมาณ 6.5 และยิ่งเพิ่มปริมาณกรรทพื้นที่กำลังมากขึ้นจะยิ่งทำให้ค่าพีเอช  
 ที่ออกมาช่วงแรก ๆ ลดมากขึ้น ซึ่งสภาพกรรทนี้เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้กระบวนการนี้สามารถ  
 กำจัดไนเตรตได้ สมการการทำงานอาจเขียนได้เป็น



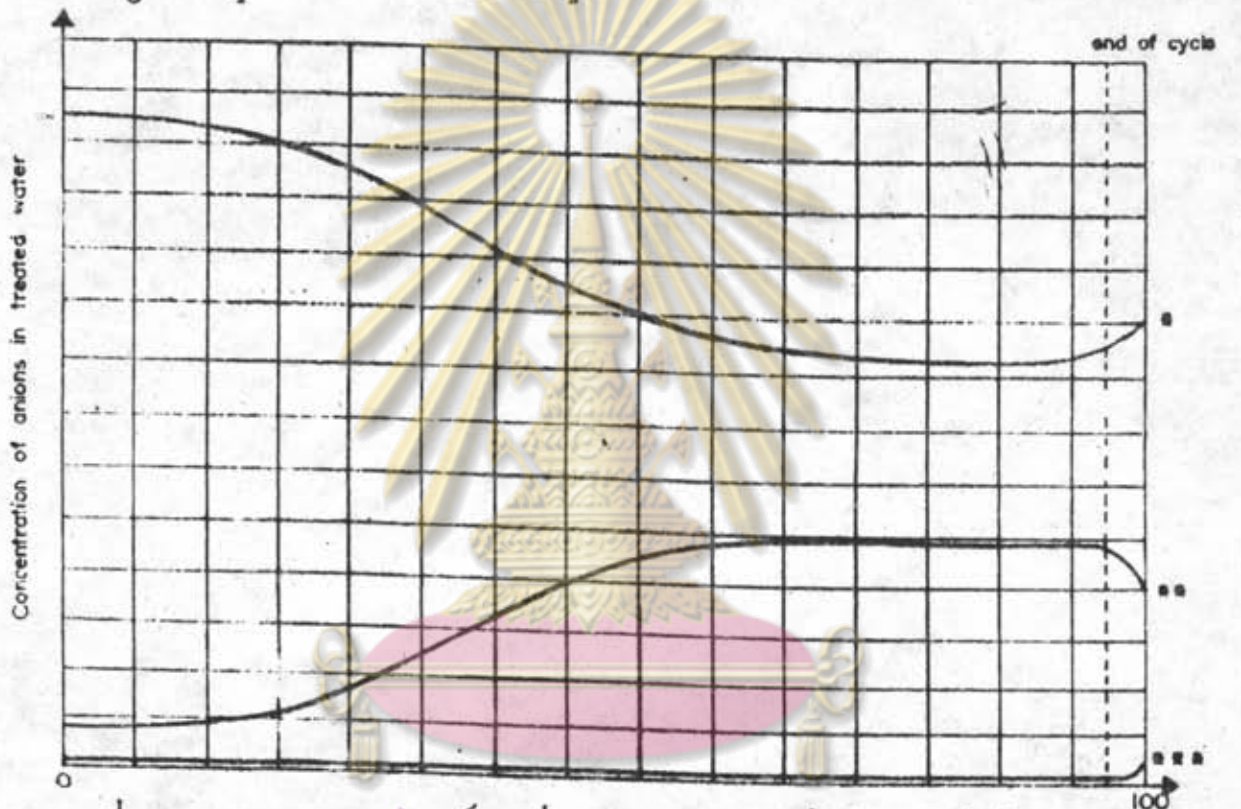
ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$C = X_1 C_1 + X_2 C_2$$

เมื่อ C เป็น Capacity ที่ได้จริง

การพ่นกำดั่งเรซินใช้เกลือ ตั้งแต่ 150-300 กรัม/ลิตรของเรซิน

นอกจากนี้ยังได้กราฟ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$  และ  $NO_3^- + SO_4^{2-}$  ของน้ำที่กรองแล้วทั้งรูป



รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Anion ที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้น กับระยะเวลาการกรอง คิดเป็น % ของ Cycle (Montedison 1979)

ซึ่งจะพบว่าค่า Cl ในน้ำ Treated จะมีความสูงแล้วลดลงตอนปลาย Cycle  
 ค่า  $HCO_3^-$  มีค่าน้อยและเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับค่า Cl ที่ลดลง  
 ค่า  $NO_3^- + SO_4^{2-}$  มีค่าคงที่และจะเริ่มเพิ่มขึ้นเมื่อหมด Cycle

- \* Cl in the treated water
- \*\*  $HCO_3^-$  in the treated water
- \*\*\*  $NO_3^- + SO_4^{2-}$  in the treated water

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองเมื่อใช้สถานะน้ำคั้นที่แปรค่าปริมาณการใช้กรรณเกลือในการฟื้นค่าถัง

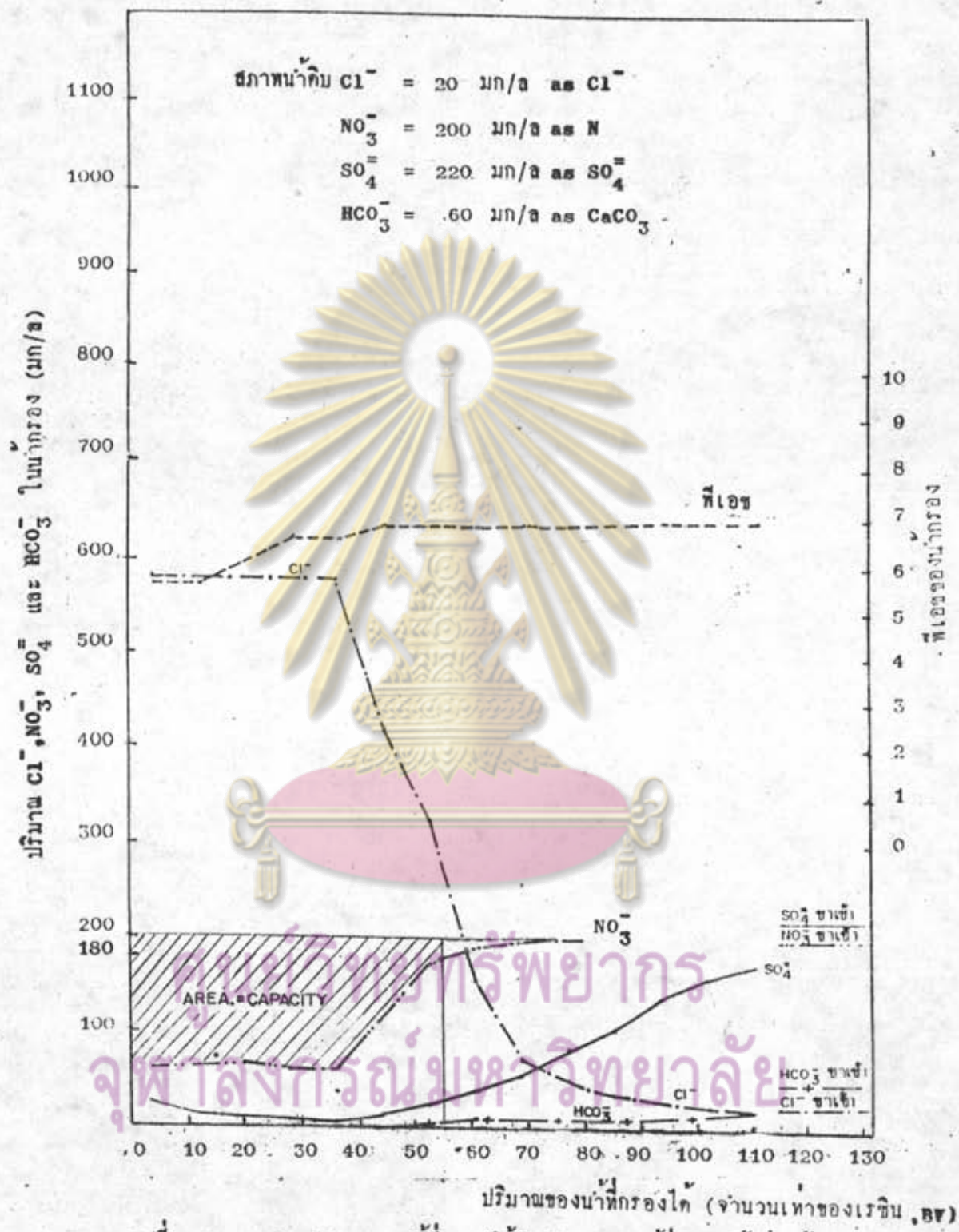
กรรณเกลือที่สนท่าง		เปอร์เซ็นต์ของ T.C.	คุณภาพน้ำคั้น(มก/ล)					คุณภาพน้ำที่กรองได้(มก/ล)				NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ที่กำจัดได้(C.E)		สมมูลที่กำจัดโดยกรรณเกลือที่สนท่าง (%)	สมมูลที่กำจัดโดยกรรณเกลือที่สนท่าง T.C. (%)
กรรณเกลือของเรซิน	กรรณสมมูลของเรซิน		Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	มก./ลิตรของเรซิน	กรรณสมมูลของเรซิน		
<b>Duolite A 378</b>															
42	1.15	85.2						580	65	10	0	5930	0.42	36.8	31.1
83	2.27	168.2	20	200	220	60	6.9	650	45	3	0	9350	0.67	29.4	49.6
125	3.42	253.3						685	20	0	0	10930	0.78	22.8	57.8
167	4.57	338.5						800	10	0	0	11850	0.85	18.5	63.0
<b>Amberlite IRA 94</b>															
23	0.63	48.5						550	85	45	0	4260	0.30	48.3	23.1
46	1.26	96.9						875	45	5	0	6924	0.49	39.2	37.7
68	1.86	143.1	20	214	220	60	6.9	890	25	0	0	8357	0.60	32.0	46.1
91	2.49	191.5						1000	10	0	0	8957	0.64	25.7	49.2
136	3.72	286.1						1000	5	0	0	9000	0.64	17.8	49.2

Cl<sup>-</sup> as Cl<sup>-</sup>      NO<sub>3</sub><sup>-</sup> as N

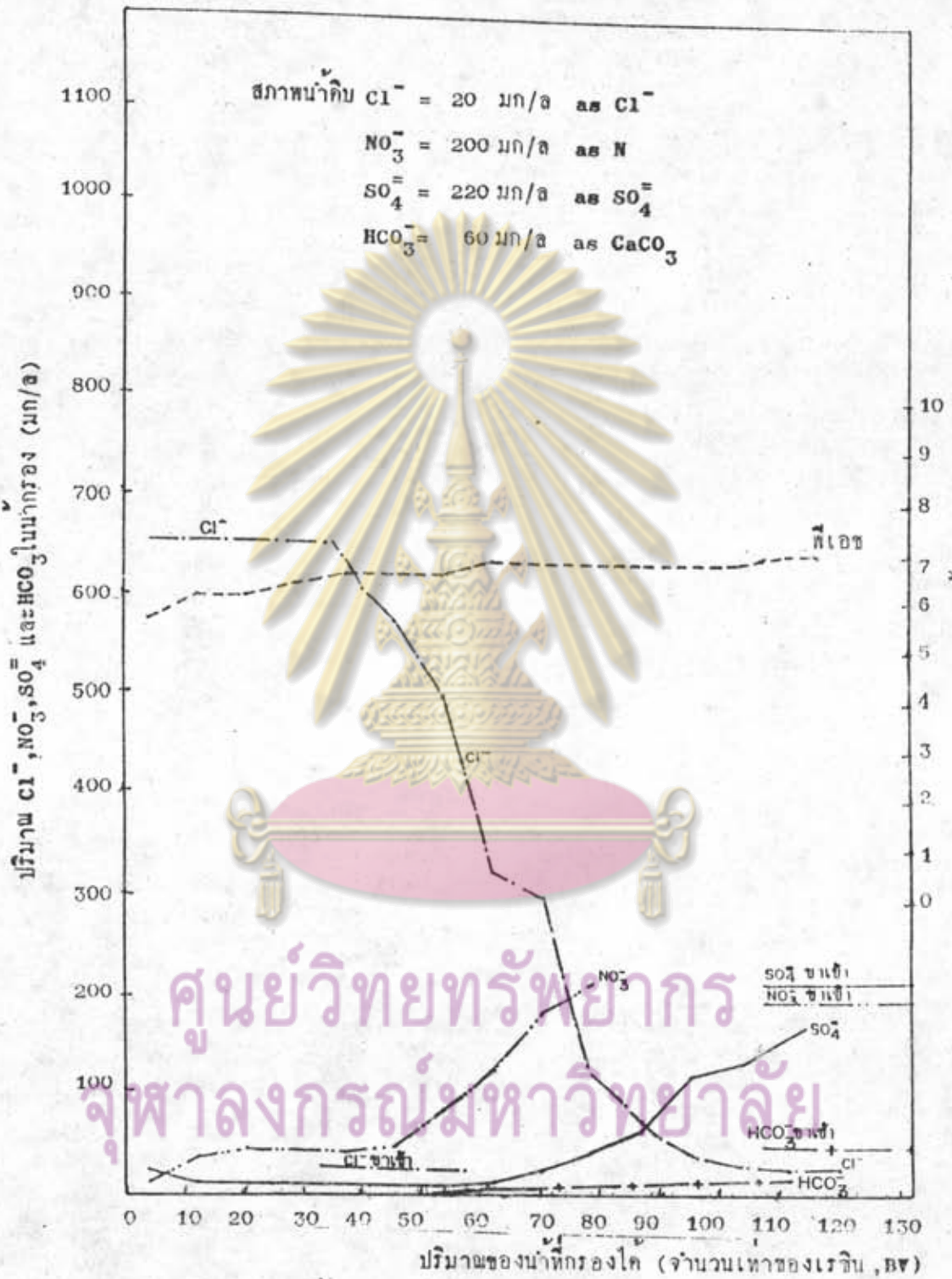
SO<sub>4</sub><sup>=</sup> as SO<sub>4</sub><sup>=</sup>      HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> as CaCO<sub>3</sub>

\* T.C. = Total Capacity eq/l free base form

= 1.35 และ 1.3 สำหรับ Duolite A 378 และ Amberlite IRA 94 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 หักกำลังด้วยกรรกเกลือ 8 % 42 กรัม/ลิตร

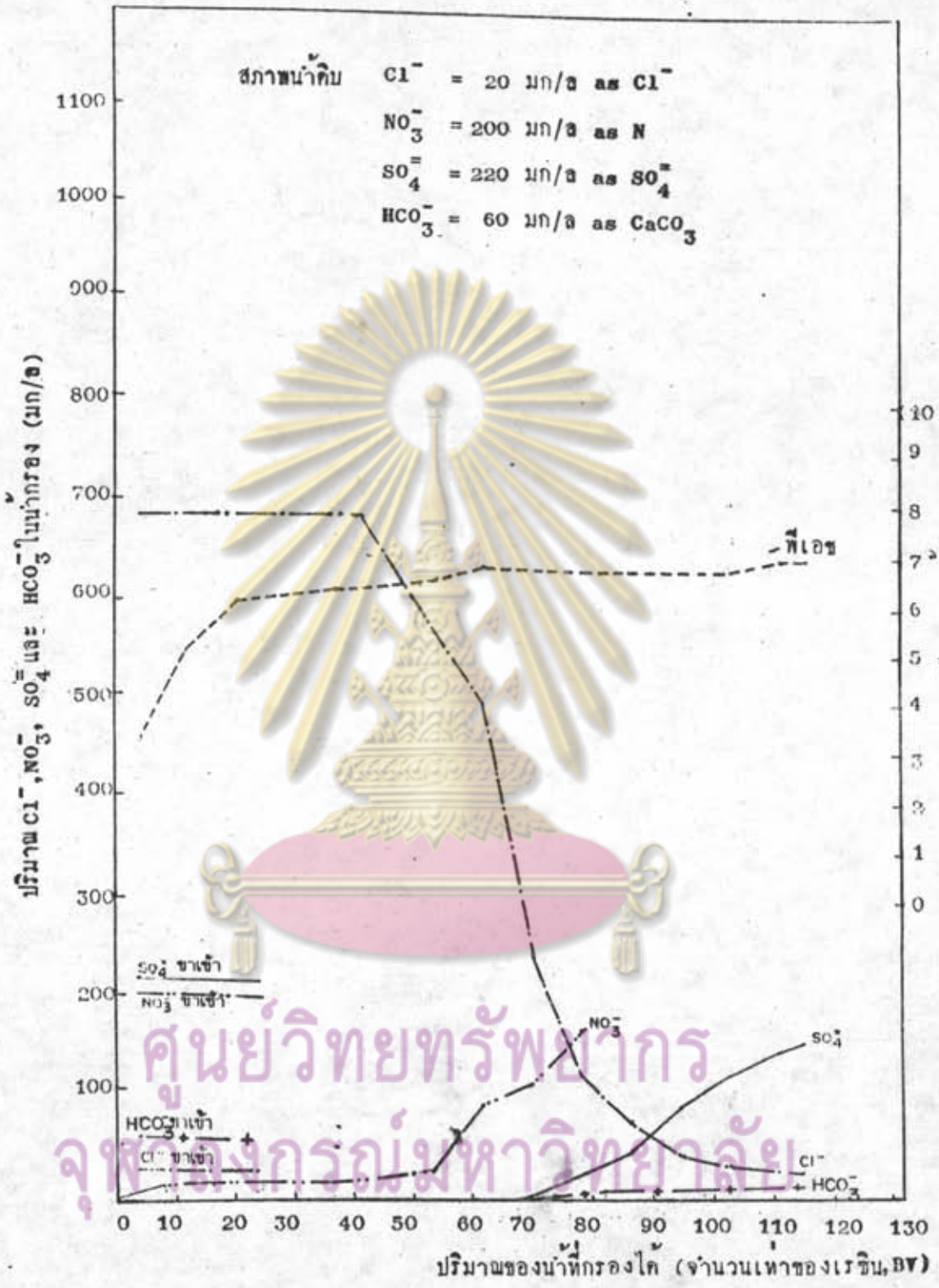


รูปที่ 4.2 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 หักกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 83 กรัม/ลิตร

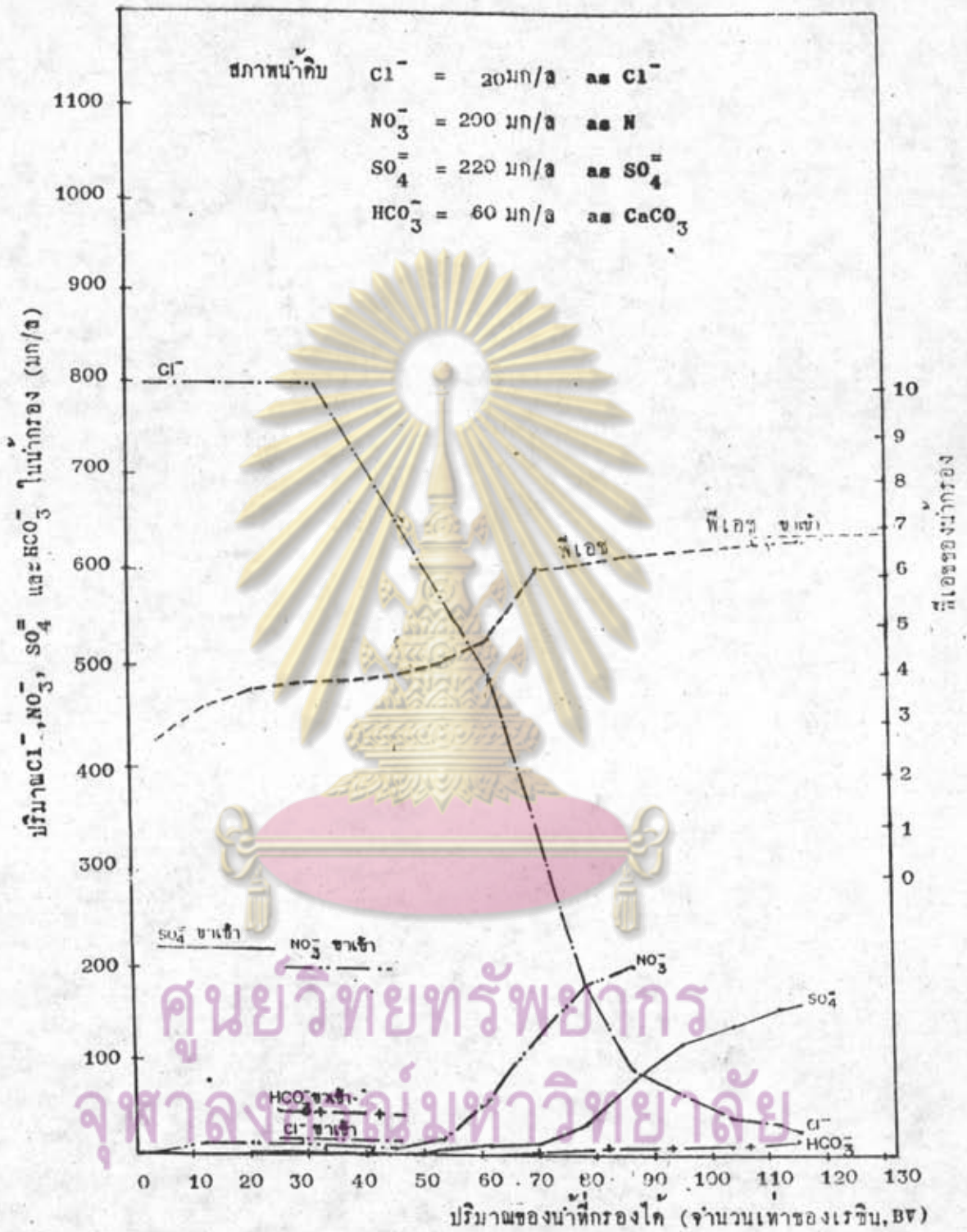


ตารางที่ 3.3 แสดงการทดลอง

รายการที่แปรค่า	ชนิดของเรซิน	ปริมาณกรดเกลือที่ใช้ ในฟังก์ชัน กรัม/ลิตรของเรซิน	คุณภาพน้ำสังเคราะห์ที่นำมากรอง มก/ล			
			$\text{SO}_4^{2-}$ as $\text{SO}_4$	$\text{Cl}^-$ as $\text{Cl}$	$\text{HCO}_3^-$ as $\text{CaCO}_3$	$\text{NO}_3^-$ as $\text{N}$
คุณภาพน้ำดิบคงที่แปรค่า ปริมาณกรดเกลือที่ใช้ ในฟังก์ชัน	Duolite A 378	42	220	20	60	200
		83				
		125				
	Amberlite IRA 94	167	220	20	60	214
		23				
		46				
กรดเกลือที่ใช้ในฟังก์ชัน คงที่ แปรค่า $\text{SO}_4^{2-}$ ในน้ำ ดิบสังเคราะห์	Duolite A 378	68	220	20	60	200
		91				
		136				
	Amberlite IRA 94	40	220	20	60	200
		220				
		800				
	Duolite A 378	48	220	80	200	38
		105				
		105				
	Amberlite IRA 94	40	220	20	60	214
		220				
		480				
Duolite A 378	91	220	2000	60	200	
	1150					
	48					
Amberlite IRA 94	20	220	1000	60	214	
	105					
	105					
กรดเกลือที่ใช้ในฟังก์ชัน คงที่ แปรค่า $\text{HCO}_3^-$ ใน น้ำดิบสังเคราะห์	Duolite A 378	125	220	20	100	200
		480				
		200				
	Amberlite IRA 94	105	220	80	400	38
		60				
		214				
Duolite A 378	60	220	20	180	214	
	330					
	620					
Amberlite IRA 94	105	220	80	200	38	
	400					
	400					

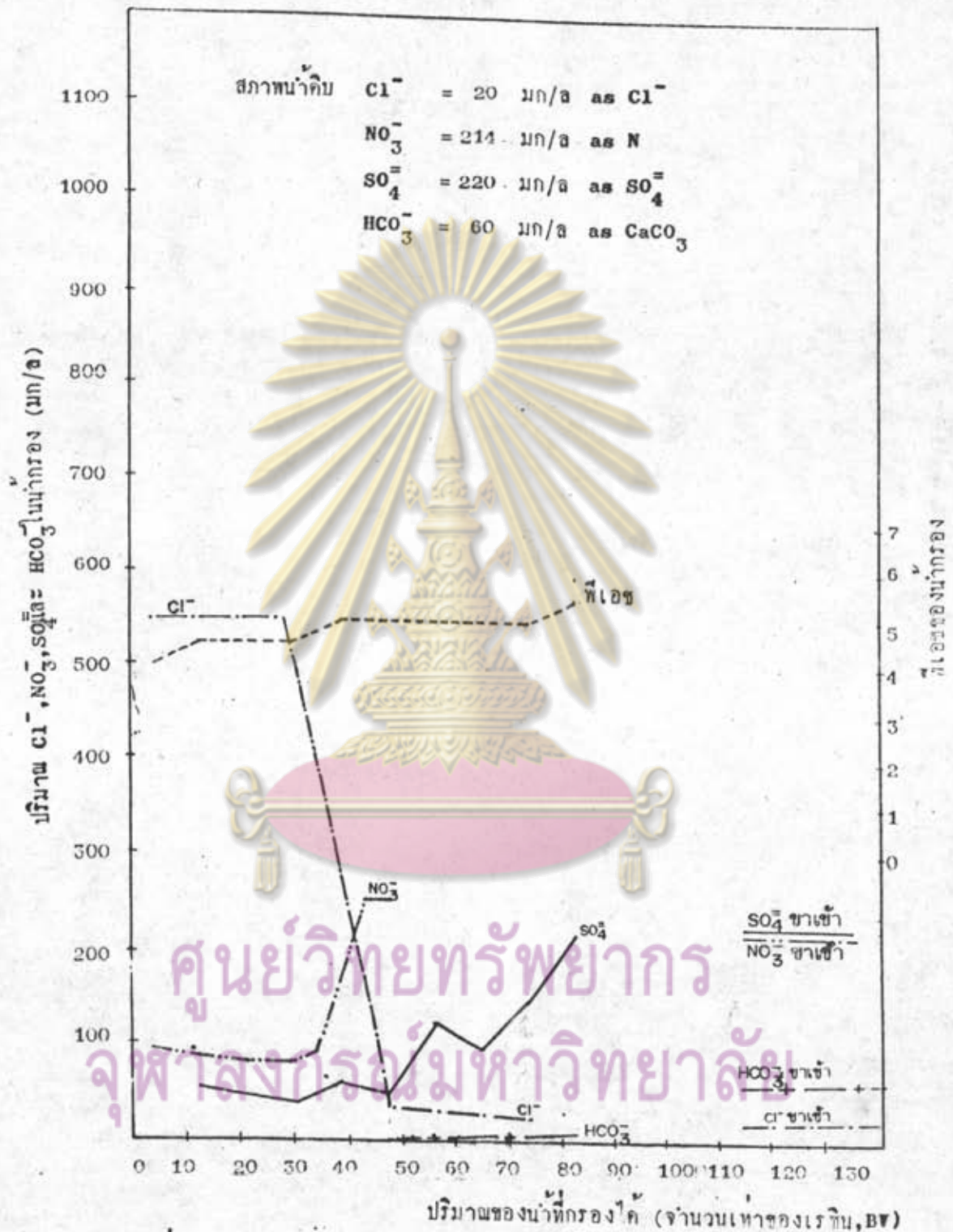


รูปที่ 4.3 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังควบยกกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร



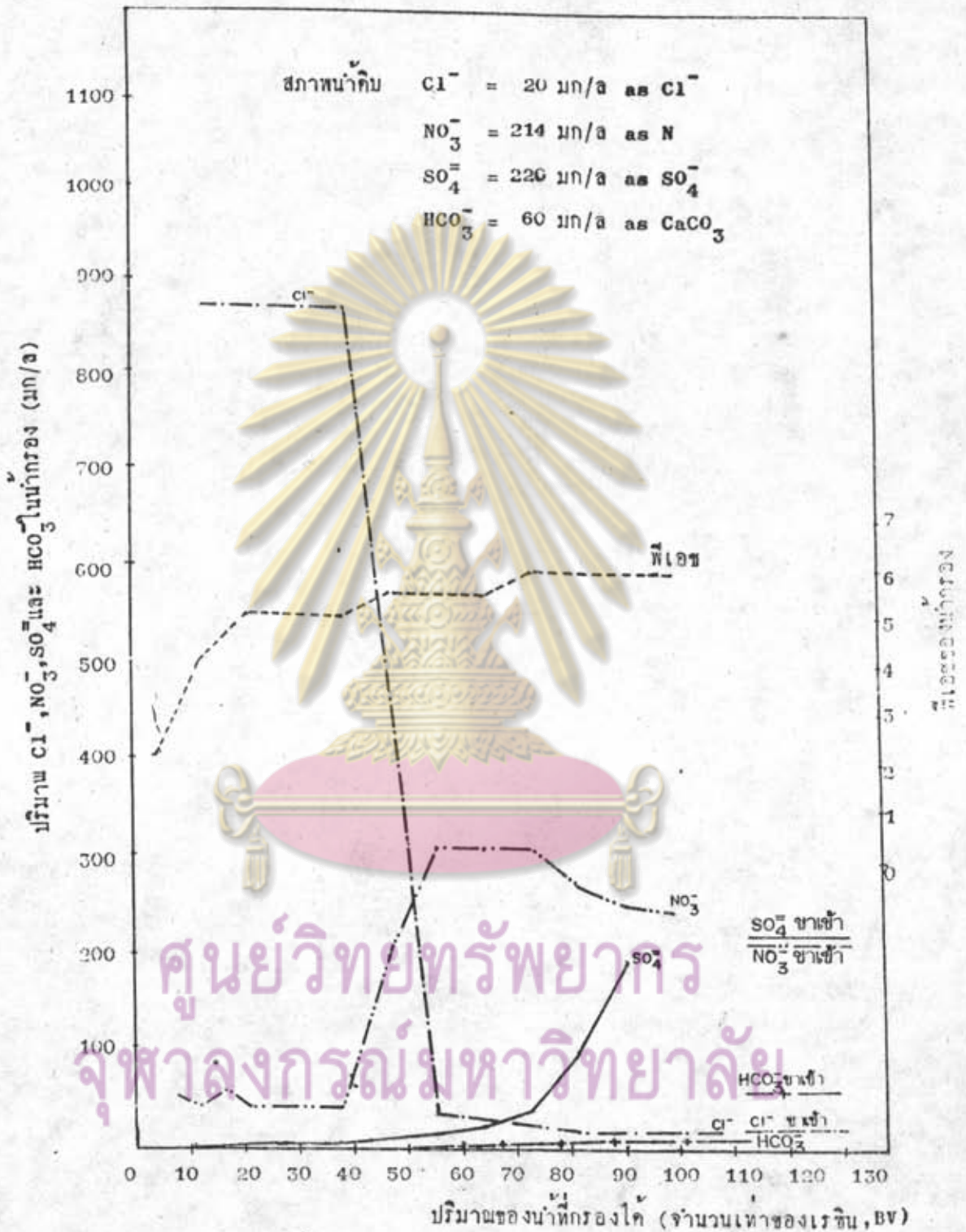
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.4 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่นํ้ากำลังด้วยกรรณเกลือ 8 % 167 กรัม/ลิตร

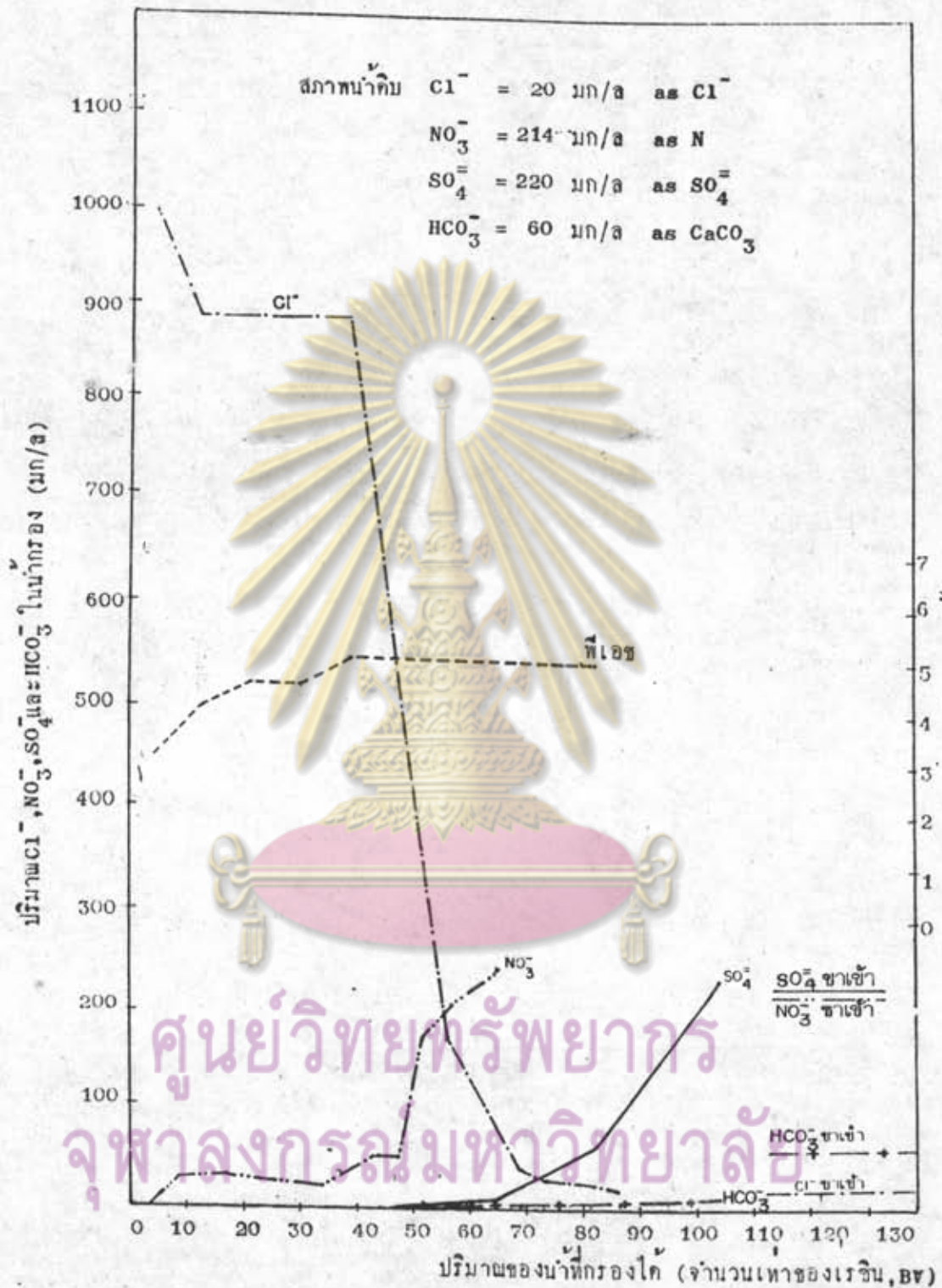


รูปที่ 4.5

แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้  
 ถังกรอง Amberlite IRA 94 พื้นที่ล้างด้วยกรดเกลือ 8 %  
 23 กรัม/ลิตร

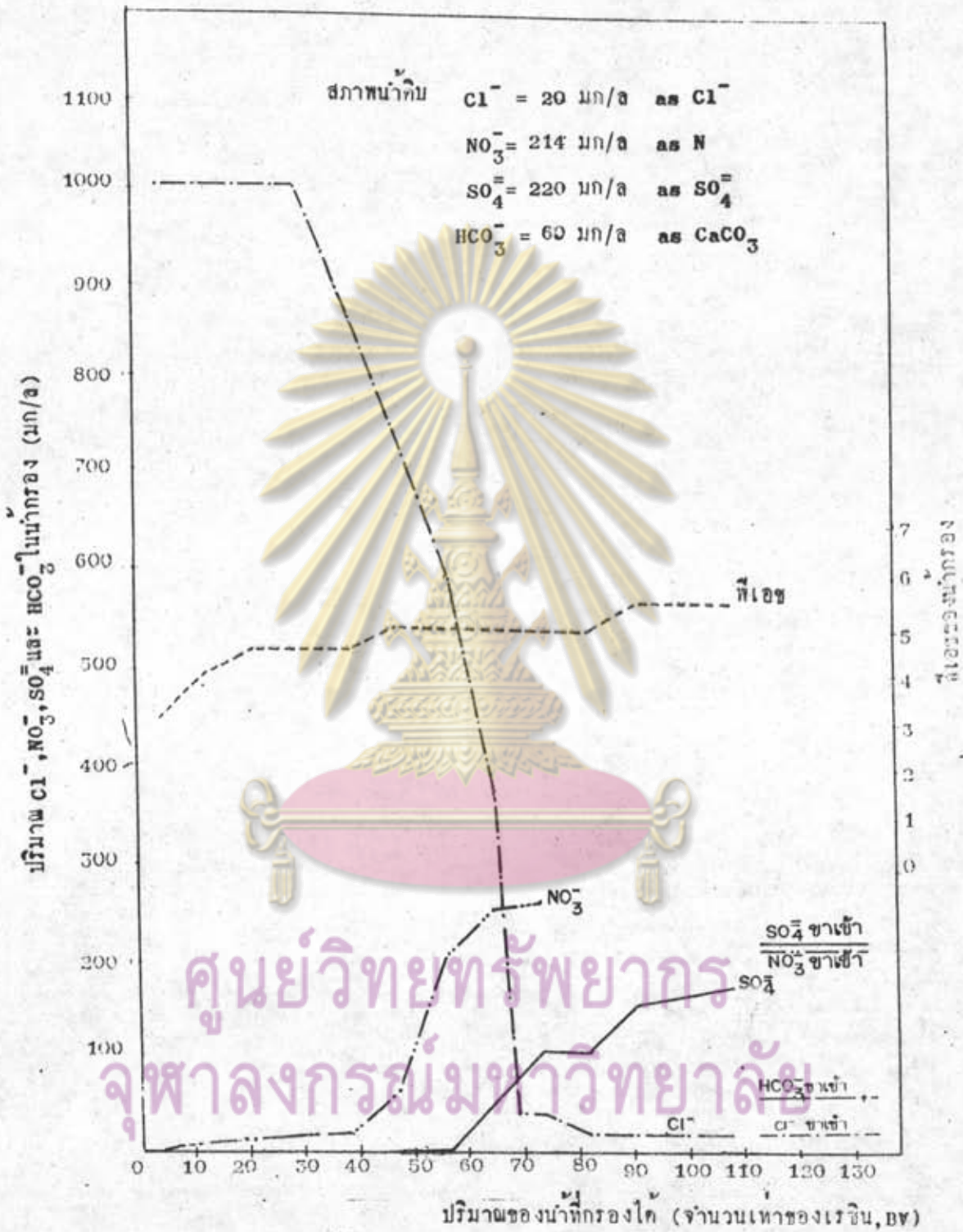


รูปที่ 4.6 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 46 กรัม/ลิตร

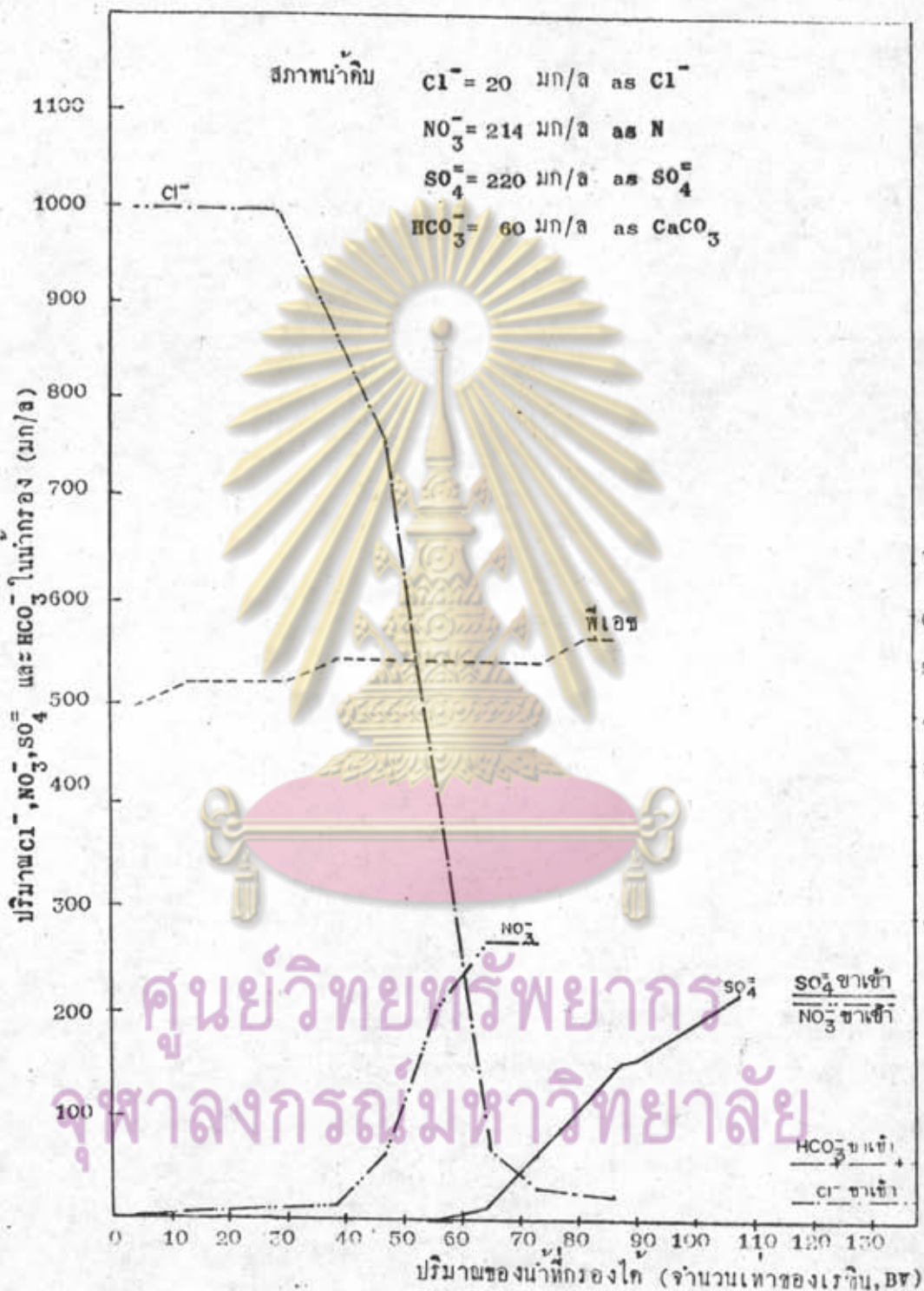


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.7 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้  
สารกรอง Amberlite IRA 94 พื้นที่สัมผัสด้วยกรรทเกลือ 8 %  
68 กรัม/ลิตร

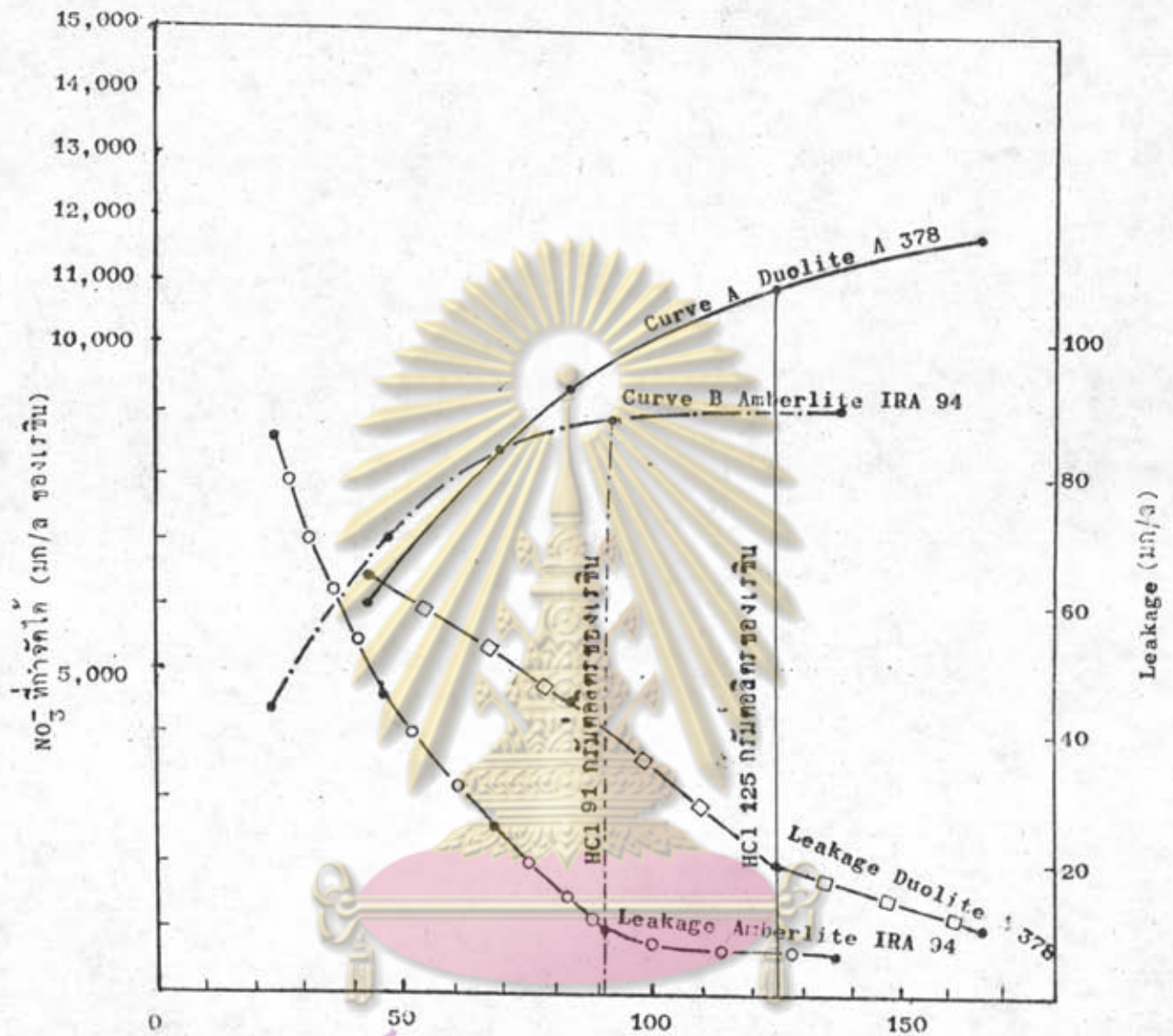


รูปที่ 4.8 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังด้วยกรดเกลือ 8% 91 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.9 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 พื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 136 กรัม/ลิตร





ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จำนวนกรกเกลือ 8% (กรัม/ลิตรของเรซิน)

รูปที่ 4.10 แสดง Capacity และ Leakage ของเรซินเมื่อใช้ปริมาณกรกเกลือใช้ต้นกำลังต่าง ๆ กัน โดยสภาพน้ำค้ำมีค่า  $Cl^- = 20$  มก/ล,  $NO_3^- = 200$  มก/ล, as N,  $SO_4^{2-} = 220$  มก/ล,  $HCO_3^- = 60$  มก/ล as  $CaCO_3$

#### 4.2 การทดลองเพื่อคุณภาพที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรตอันเนื่องจาก Anion ต่าง ๆ

##### 4.2.1 การทดลองเพื่อคุณภาพที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรตอันเนื่องจากซิลเฟต สำหรับ Duolite A 378

ก. เมื่อให้น้ำดิบซึ่งเคาะระเหยที่มี  $Cl^-$  20 มก/ล,  $NO_3^-$  200 มก/ล,  $HCO_3^-$  60 มก/ล คงที่แปรค่าซิลเฟตเท่ากับ 40, 220 และ 800 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.11 เมื่อซิลเฟตเข้า 40 มก/ล อนุมูลร้วไหลสำหรับไนเตรต จะเริ่มที่ประมาณ 8-9 มก/ล และสามารถกำจัดไนเตรตได้ถึงประมาณ 45 BV. หลังจากนั้นอนุมูลร้วไหลจะเกินมาตรฐานน้ำดื่มคือ 10 มก/ล และเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึง B.T. (Break Through) มีอภิกที่จุด 90 % ของไนเตรตเข้า = 180 มก/ล ที่ประมาณ 96 BV. จะเห็นได้ว่าความสามารถในการกำจัดเสียไปเนื่องจากผลของไนเตรตเข้า มีความเข้มข้นสูง ความเร็วของอนุมูลมีมากหากกรองด้วยอัตรากรองที่ช้ากว่านี้ (ช้ากว่า 30 BV/hr ) อาจได้ค่าความสามารถในการกำจัดเพิ่มขึ้น สำหรับซิลเฟตตรวจไม่พบตลอด ทั้ง 130 BV ค่าคลอไรด์ขาออกจะเท่ากับ 625 มก/ล จนถึง 55 BV จากนั้นจะลดลงส่วน ค่า ไบคาร์บอเนตจะพบที่ 80 BV เนื่องจากในช่วงแรกสภาพกรรอบเม็คเรซินจะไปสะเทินสภาพค้าง จึงทำให้วัคค่าไบคาร์บอเนตไม่ไค ค่าที่เอชของน้ำที่กรองในช่วงแรกจะได้ 3 และเพิ่มไปหา 7

รูปที่ 4.12 เมื่อซิลเฟตเข้าเพิ่มเป็น 220 มก/ล ความเร็วไหลของ อนุมูลของไนเตรตยิ่งเพิ่มโดยเพิ่มเกิน 10 มก/ล ตั้งแต่เริ่มแรกคือประมาณ 15 มก/ล เนื่องจากผลของความชอบในการเลือกจับอนุมูลสำหรับซิลเฟตมีมากกว่าไนเตรต เมื่อไปยึด เกาะซิลเฟตก่อน แชนที่เหลือสำหรับยึดเกาะไนเตรตน้อยลง ความเร็วไหลของอนุมูลจึงมากขึ้นตั้งแต่ต้นกั้งกล่าว รวมทั้งความสามารถในการกำจัดไนเตรตก็จะลดลงด้วย ซิลเฟตพบที่ 70 BV. ค่าคลอไรด์ขาออกจะเท่ากับ 680 มก/ล จนถึง 50 BV. จะลดลงส่วนค่า ไบคาร์บอเนตจะพบที่ 75 BV.

รูปที่ 4.13 เมื่อซัลเฟตซาเข้าเพิ่มขึ้นมาก ๆ ความเร็วไหลของอนุมูลในเตรคยังมีมากคือ มีถึงประมาณ 45 มก/ล ตั้งแต่เริ่มรวมทั้งซัลเฟตเองก็มีการเร็วไหลตั้งแต่เริ่มต้นคือประมาณ 5 มก/ล เมื่อกรองไปถึง 30 BV ทั้งค่าในเตรคและซัลเฟตจะสูงขึ้นส่วนค่าไบคาร์บอเนตจะพบที่ 70 BV.

จากรูปที่ 4.11-4.13 เมื่อนำมาแสดงผลรวมเพื่อดูแนวโน้ม (Trend) เฉพาะค่าของในเตรคและซัลเฟต จะใ้รูปที่ 4.14 ซึ่งอาจช่วยให้มองเห็นเปรียบเทียบได้ง่ายขึ้นเช่นอาจอ่านได้ว่าซัลเฟตระหว่างประมาณ 150 มก/ล จะทำให้ความเร็วไหลของในเตรคของน้ำที่กรองได้อยู่ในช่วงประมาณ 10 มก/ล คือระหว่างกลางของ 8-15 และกรองน้ำได้ประมาณ 50 BV.

ข. เมื่อให้น้ำคิบสังเคราะห์ที่มีค่า  $Cl^-$  80 มก/ล,  $NO_3^-$  38 มก/ล,  $HCO_3^-$  200 มก/ล คงที่แปรค่าซัลเฟตเท่ากับ 48 และ 105 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.15 เมื่อลดในเตรคจาก 200 มก/ล ตามข้อ ก. ลงเหลือ 38 มก/ล จะทำให้การเร็วไหลของอนุมูลในเตรคไม่มี สำหรับซัลเฟตซาเข้า 48 มก/ล นี้จะสามารถกรองในเตรคได้ถึง 130 BV ซึ่งเมื่อเกินจากนี้จึงจะมีการเร็วไหลของอนุมูลในเตรคเกิน 10 มก/ล ค่าซัลเฟตจะเริ่มพบได้ที่ 120 BV ค่าไบคาร์บอเนตเริ่มจากประมาณ 70 BV. ค่าคลอไรด์ซาออกเท่ากับ 450 มก/ล และเริ่มลดลงที่ 75 BV. หากคำนวณค่าคลอไรด์ที่คายออกในช่วง 75 BV จะได้อดังนี้

คลอไรด์จากน้ำคิบ	= 80 มก/ล as $Cl^-$
คลอไรด์ที่คายจากการจับในเตรค	= $\frac{38}{14} \times 35.5 = 96$ มก/ล as $Cl^-$
คลอไรด์ที่คายจากการจับซัลเฟต	= $\frac{48}{48} \times 35.5 = 35.5$ มก/ล as $Cl^-$
คลอไรด์ที่คายเนื่องจากไบคาร์บอเนต	= $\frac{200}{50} \times 35.5 = 142$ มก/ล as $Cl^-$
รวม	= 353.5 มก/ล as $Cl^-$

จะเห็นได้ว่ามีค่าต่ำกว่า 450 มก/ล ที่คายออกมาจริงมาก ซึ่งส่วนที่คายออกมาเกินนี้คือ  $\text{HCl}$  ที่หลุดออกมาและทำให้เกิดสภาพกรรณนั้นเองโดยที่เอชจะเริ่มจากประมาณ 3 ไปหา 7

รูปที่ 4.16 เมื่อเพิ่มซิลเฟตจากรูปที่ 4.16 เป็น 105 มก/ล จะทำให้ความสามารถในการกำจัดไนเตรตลดลง ซึ่งสามารถอ่านกราฟได้ว่าสามารถกรองไนเตรตได้ถึง 110 BV. เมื่อเกินจากนี้ความเร็วไหลของอนุมูลจะเกิน 10 มก/ล ค่าซิลเฟตจะเริ่มพบได้ที่ 85 BV. ค่าไบคาร์บอเนตเริ่มจากประมาณ 70 BV ค่าคลอไรด์ขาออกเท่ากับ 150 มก/ล

รูปที่ 4.15-4.16 เมื่อนำมาแสดงผลรวมเพื่อดูแนวโน้มเฉพาะไนเตรตและซิลเฟต จะได้รูปที่ 4.17 ซึ่งเมื่อเทียบกับรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ชัดเจนว่าผลของการรั่วไหลของไนเตรตเป็นผลมาจากค่าไนเตรตขาเข้าที่สูง และค่าซิลเฟตที่สูงด้วย

#### สำหรับ Amberlite IRA 94

ก. เมื่อให้ค่าคิบสังเคราะห์ที่มีค่า  $\text{Cl}^-$  20 มก/ล,  $\text{NO}_3^-$  214 มก/ล,  $\text{HCO}_3^-$  60 มก/ล คงที่แปรค่าซิลเฟตเท่ากับ 40, 220, 480 และ 1150 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.18 เมื่อซิลเฟตขาเข้า 40 มก/ล สามารถกำจัดไนเตรตได้ถึง 50 BV จึงมีการรั่วไหลของอนุมูลเกิน 10 มก/ล ซิลเฟตไม่พบตลอดถึง 130 BV. คลอไรด์มีค่า 870 มก/ล แล้วยลดลงเหลือ 800 มก/ล ที่ 40 BV แล้วจึงลจหายไปเรื่อย ๆ

รูปที่ 4.19 เมื่อเพิ่มซิลเฟตขาเข้าเป็น 200 มก/ล สามารถกำจัดไนเตรตได้ถึง 37 BV หลังจากนั้น การรั่วไหลของอนุมูลจะเกิน 10 มก/ล ซิลเฟตเริ่มพบที่ 57 BV. คลอไรด์มีค่า 1000 มก/ล จนถึง 35 BV. แล้วจึงลดลง

รูปที่ 4.20 เมื่อเพิ่มซิลเฟตเป็น 480 มก/ล สามารถกำจัดไนเตรตได้ถึง 30 BV. หลังจากนั้นการรั่วไหลของอนุมูลจะเกิน 10 มก/ล ซิลเฟตเริ่มพบที่ 42 BV. คลอไรด์มีค่ากว่า 1000 มก/ล ลดลงมา 820 มก/ล.

รูปที่ 4.21 เมื่อเพิ่มซิลิเกตเป็น 1150 มก/ล ในเทรตการรั่วไหลของอนุมูลสูงตั้งแต่เริ่มต้น

รูปที่ 4.18-4.21 เมื่อนำมาแสดงผลรวมเพื่อดูแนวโน้มเฉพาะในเทรตและซิลิเกตจะไครรูปที่ 4.22

ข. เมื่อให้น้ำคิมสังเคราะห์ที่มีค่า  $Cl^-$  80 มก/ล,  $NO_3^-$  38 มก/ล,  $HCO_3^-$  200 มก/ล คงที่แปรค่าซิลิเกตเท่ากับ 48 และ 105 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.23 เมื่อซิลิเกต 48 มก/ล สามารถกำจัดในเทรตได้ถึง 90 BV. จึงมีการรั่วไหลของอนุมูลเกิน 10 มก/ล ซิลิเกตเริ่มพบที่ 102 BV ไมคาร์บอนเนตพบที่ 58 BV. ส่วนคลอไรด์ขาออกเท่ากับ 450 มก/ล จนถึง 70 BV จึงเริ่มลดลง

รูปที่ 4.24 เมื่อเพิ่มซิลิเกตเป็น 105 มก/ล สามารถกำจัดในเทรตได้ถึง 80 BV. จึงมีการรั่วไหลของอนุมูลเกิน 10 มก/ล ซิลิเกตเริ่มพบที่ 80 BV. ไมคาร์บอนเนตพบที่ 55 BV ส่วนคลอไรด์ขาออกเท่ากับ 500 มก/ล จนถึง 60 BV. จึงเริ่มลดลง

รูปที่ 4.23-4.24 เมื่อนำมาแสดงผลรวมเพื่อดูแนวโน้มในเทรต และซิลิเกต จะไครรูปที่ 4.25

สังเกตได้ว่าความสามารถในการกำจัดในเทรตจะลดลงอย่างมากตามค่าซิลิเกตที่เพิ่มขึ้นและความชอบในการจับอนุมูลสำหรับในเทรตจะน้อยกว่าซิลิเกตที่ค่าซิลิเกตต่าง ๆ แต่เมื่อค่าซิลิเกตสูง ๆ กับดูเหมือนว่ากลับมีความชอบในการจับในเทรตมากกว่าซิลิเกต ทั้งนี้อาจเป็นผลของการรั่วไหลของอนุมูลซิลิเกต

#### 4.2.2 การทดลองเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดในเทรตอันเนื่องมาจากคลอไรด์สำหรับ puolite A 378

เมื่อให้น้ำคิมสังเคราะห์ที่มี  $NO_3^-$  200 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล,  $HCO_3^-$  60 มก/ล

แปรค่าคลอไรด์เท่ากับ 20 และ 1000 มก/ล ตามลำดับจะได้อกราฟรูปที่ 4.26 และ 4.27 เมื่อนำมาแสดงผลรวมจะได้อกราฟรูปที่ 4.28

สำหรับ Amberlite IRA 94

เมื่อให้น้ำคิบสังเคราะห์ที่มี  $\text{NO}_3^-$  214 มก/ล,  $\text{SO}_4^{2-}$  220 มก/ล,  $\text{HCO}_3^-$  60 มก/ล แปรค่าคลอไรด์เท่ากับ 20 และ 1000 มก/ล ตามลำดับ จะได้อกราฟรูปที่ 4.29 และ 4.30 เมื่อนำมาแสดงผลรวมจะได้อรูปที่ 4.31

การเพิ่มคลอไรด์มาก ๆ ทำให้ความสามารถในการกำจัดไนเตรตลดลง อาจเป็นผลของการเกิดสภาพการพ่นกำลังโดยคลอไรด์ทำให้กำลังถูกจับไนเตรต เสียไป ตามรูปที่ 4.31

4.2.3 การทดลองเพื่อจุดที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรต อันเนื่องมาจากไบคาร์บอเนต

สำหรับ Duelite A 378

ก. เมื่อให้น้ำคิบสังเคราะห์ที่มี  $\text{NO}_3^-$  200 มก/ล,  $\text{SO}_4^{2-}$  220 มก/ล,  $\text{Cl}^-$  20 มก/ล แปรค่าไบคาร์บอเนตเท่ากับ 60, 100, 480 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.32 เมื่อไบคาร์บอเนต 60 มก/ล การรั่วไหลของไนเตรต แต่แรกเริ่มมีค่า 20 มก/ล ซึ่งเกิน 10 มก/ล และจะเริ่มสูงมากที่สุดที่ 55 BV.

รูปที่ 4.33 เมื่อเพิ่มไบคาร์บอเนตเป็น 100 มก/ล ความรั่วไหลของไนเตรตยังคงเท่าเดิมคือ 20 มก/ล และเริ่มสูงมากขึ้นที่ 52 BV. ซึ่งผลของไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นจาก 60 เป็น 100 มก/ล มีผลน้อยมาก

รูปที่ 4.34 เมื่อเพิ่มไบคาร์บอเนตถึง 480 มก/ล การรั่วไหลของไนเตรตจะสูงมากขึ้น 40 มก/ล และความสามารถในการกำจัดก็ลดลงมากด้วย

เป็นที่น่าสังเกตว่าหากดูตามกรัมสมมูลย์ของน้ำคิบสังเคราะห์ในเทรท  
 14.3 กรัมสมมูลย์ต่อลิตร, ซัลเฟต 4.6 กรัมสมมูลย์ต่อลิตร และไบคาร์บอเนต 9.6  
 กรัมสมมูลย์ต่อลิตรแล้ว จะเห็นได้ว่าในเทรทยังมากที่สุด ผลของการรั่วไหลของอนุมูล  
 จะแสดงให้เห็นว่าไบคาร์บอเนตมีมากกว่าในเทรท และในเทรทมากกว่าซัลเฟต

รูปที่ 4.32-4.34 เมื่อนำมาแสดงผลรวมเพื่อดูแนวโน้มเฉพาะในเทรท  
 และ ไบคาร์บอเนตจะไ้รูปที่ 4.35 ซึ่งทำให้มองเห็นผลของไบคาร์บอเนตว่ามีต่อการ  
 กำจัดในเทรทมากซึ่งน่าจะเป็นผลจากการที่ไบคาร์บอเนตไปทำลายสภาพความเป็นกรด  
 รอบเม็ควเรซิน

ข. เมื่อให้น้ำคิบสังเคราะห์ที่มีค่า  $Cl^-$  80 มก/ล,  $NO_3^-$  38 มก/ล,  
 $SO_4^{2-}$  105 มก/ล คงที่แปรค่าไบคาร์บอเนตเท่ากับ 200 และ 400 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.36 เมื่อไบคาร์บอเนต 200 มก/ล สามารถกำจัดในเทรท  
 ได้ถึง 110 BV. หลังจากนั้นจึงสูงเกิน 10 มก/ล.

รูปที่ 4.37 เมื่อเพิ่มไบคาร์บอเนตเป็น 400 มก/ล ความสามารถในการ  
 การกำจัดในเทรทจะลดลงเหลือ 70 BV. หลังจากนั้นจึงสูงเกิน 10 มก/ล.

จากรูป 4.36 และ 4.37 แสดงผลรวมเฉพาะในเทรทและซัลเฟต  
 ทั้งรูป 4.38 ไบคาร์บอเนตที่รั่วไหลจะอยู่ก่อนในเทรททั้งที่ค่า 400 มก/ล และ 200 มก/ล  
 ซึ่งต่างจากเมื่อไบคาร์บอเนตค่า ๆ การรั่วไหลของไบคาร์บอเนตมีน้อย

#### สำหรับ Amberlite IRA 94

ก. เมื่อให้น้ำคิบสังเคราะห์ที่มี  $NO_3^-$  214 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล  
 $Cl^-$  20 มก/ล, แปรค่าไบคาร์บอเนตเท่ากับ 60, 180, 330, 620 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.39 เมื่อไบคาร์บอเนต 60 มก/ล ในเตรทจะสูงเกิน 10 มก/ล เมื่อเกิน 20 BV และจะเพิ่มมากขึ้นมากเมื่อเกิน 38 BV ซัลเฟตเริ่มพบที่ 58 BV ไบคาร์บอเนตพบที่ 123 BV.

รูปที่ 4.40 เมื่อเพิ่มไบคาร์บอเนตเป็น 180 มก/ล ในเตรทจะสูงเกิน 10 มก/ล เมื่อเกิน 20 BV. และจะเพิ่มมากขึ้นมากที่ 34 BV. ซัลเฟตเริ่มพบที่ 47 BV. ไบคาร์บอเนตพบที่ 38 BV.

รูปที่ 4.41 เมื่อเพิ่มไบคาร์บอเนตเป็น 330 มก/ล ในเตรทจะสูงเกิน 10 มก/ล เมื่อเกิน 10 BV. และจะเพิ่มมากขึ้นมากที่ 26 BV. ซัลเฟตเริ่มพบที่ 30 BV. ไบคาร์บอเนตพบที่ 20 BV.

รูปที่ 4.42 เมื่อเพิ่มไบคาร์บอเนตเป็น 620 มก/ล (12.4 กรัมสมมูลย์ต่อลิตร) เมื่อเทียบกับในเตรท: 214 มก/ล as N ( 15.28 กรัมสมมูลย์ของเรซิน) และซัลเฟต 220 มก/ล ( 4.6 กรัมสมมูลย์ต่อเรซิน) ซึ่งแต่ละค่าถือว่าเป็นสัดส่วนซึ่งไม่ต่างกันมาก ๆ นัก หวังจะมองผลได้ว่า การกำจัดในเตรทมีค่าน้อยลงมาก การรั่วไหลของอนุมูลเกิดสำหรับ ไบคาร์บอเนต > ในเตรท > ซัลเฟต ซึ่งต่างจากรูปที่ 4.41 ซึ่ง ในเตรท > ไบคาร์บอเนต > ซัลเฟต

รูปที่ 4.39-4.42 แสดงผลรวมเพื่อดูแนวโน้มเฉพาะในเตรทและไบคาร์บอเนต ดังรูปที่ 4.43

ข. เมื่อให้น้ำคิมสังเคราะห์มีค่า  $Cl^-$  80 มก/ล,  $NO_3^-$  38 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  105 มก/ล คงที่แปรค่าไบคาร์บอเนตเท่ากับ 200 และ 400 มก/ล ตามลำดับ

รูปที่ 4.44 เมื่อไบคาร์บอเนตเข้า 200 มก/ล สามารถกำจัดในเตรทได้ถึง 80 BV หลังจากนั้นการรั่วไหลของอนุมูลจะเกิน 10 มก/ล ซัลเฟตเริ่มพบที่ 80 BV. ส่วนไบคาร์บอเนตเริ่มพบที่ประมาณ 60 BV.



รูปที่ 4.45 เมื่อเพิ่มไบคาร์บอเนตเข้าเป็น 400 มก/ล สามารถกำจัดไนเตรตได้ถึง 45 BV. หลังจากนั้นการรื้อไหลของอนูมูลจะเกิน 10 มก/ล ซัลเฟตเริ่มพบที่ 45 BV. ส่วนไบคาร์บอเนตเริ่มพบที่ 30 BV.

จากรูปที่ 4.44-4.45 เมื่อแสดงผลรวมเพื่อคำนวณเฉพาะไนเตรตและไบคาร์บอเนตจะไดักรูปที่ 4.46

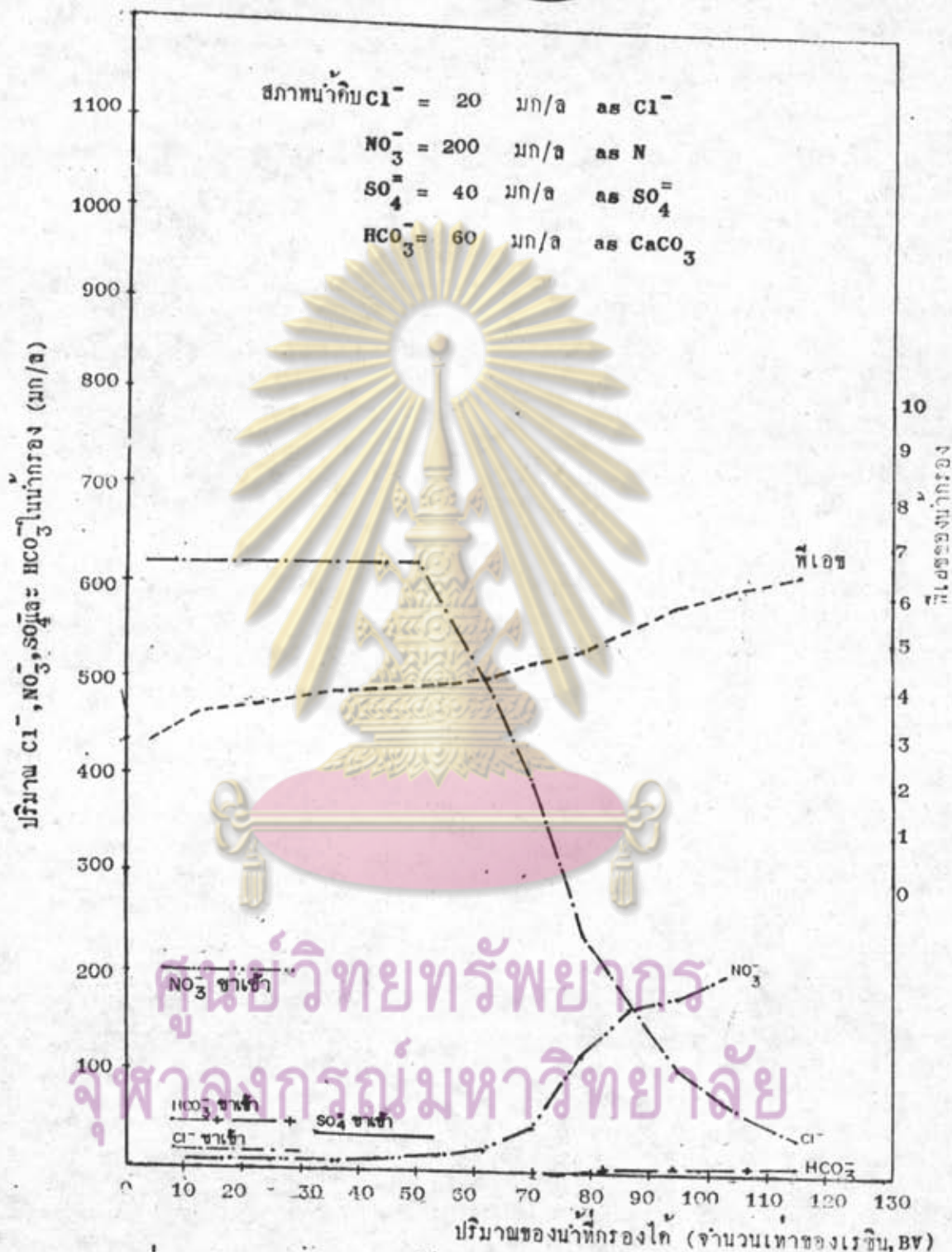
เมื่อเปรียบเทียบระหว่างรูปที่ 4.43 กับรูป 4.46 จะเห็นได้ว่าเมื่อไนเตรตเข้ามามีค่ามาก ( $\text{NO}_3^- = 214 \text{ มก/ล as N}$ ) ผลจากการรื้อไหลของไนเตรตทำให้ดูเหมือนว่าความชอบในการเลือกจับอนูมูล (Selectivity) ของไบคาร์บอเนต > ไนเตรต

เมื่อไนเตรตเข้ามามีค่าน้อยลง ( $\text{NO}_3^- = 38 \text{ มก/ล as N}$ ) ผลของการรื้อไหลของไบคาร์บอเนตทำให้มองได้ว่า ความชอบในการเลือกจับอนูมูลของไนเตรต > ไบคาร์บอเนต

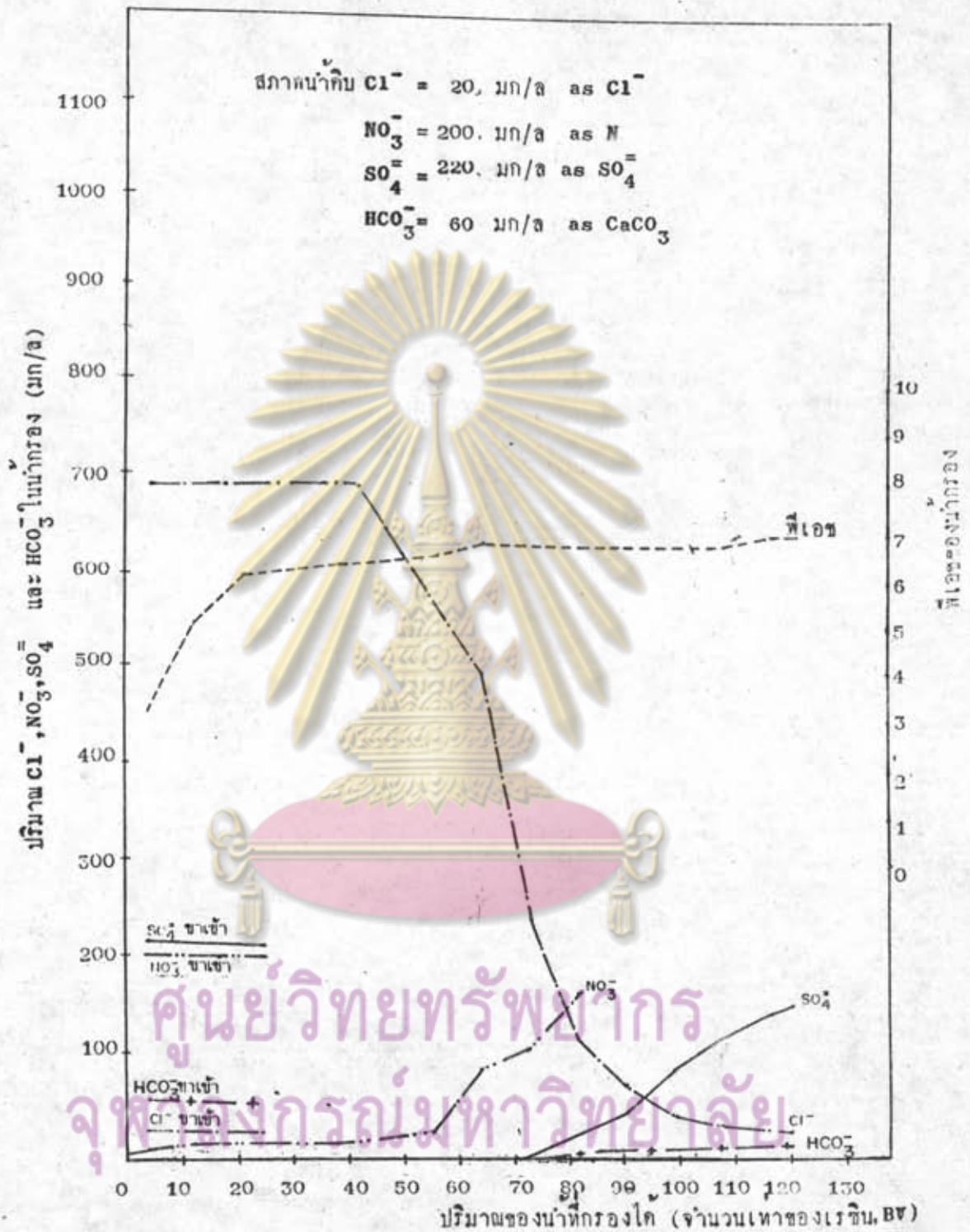
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 แสดงผลที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรตอันเนื่องจาก Anion ต่าง ๆ

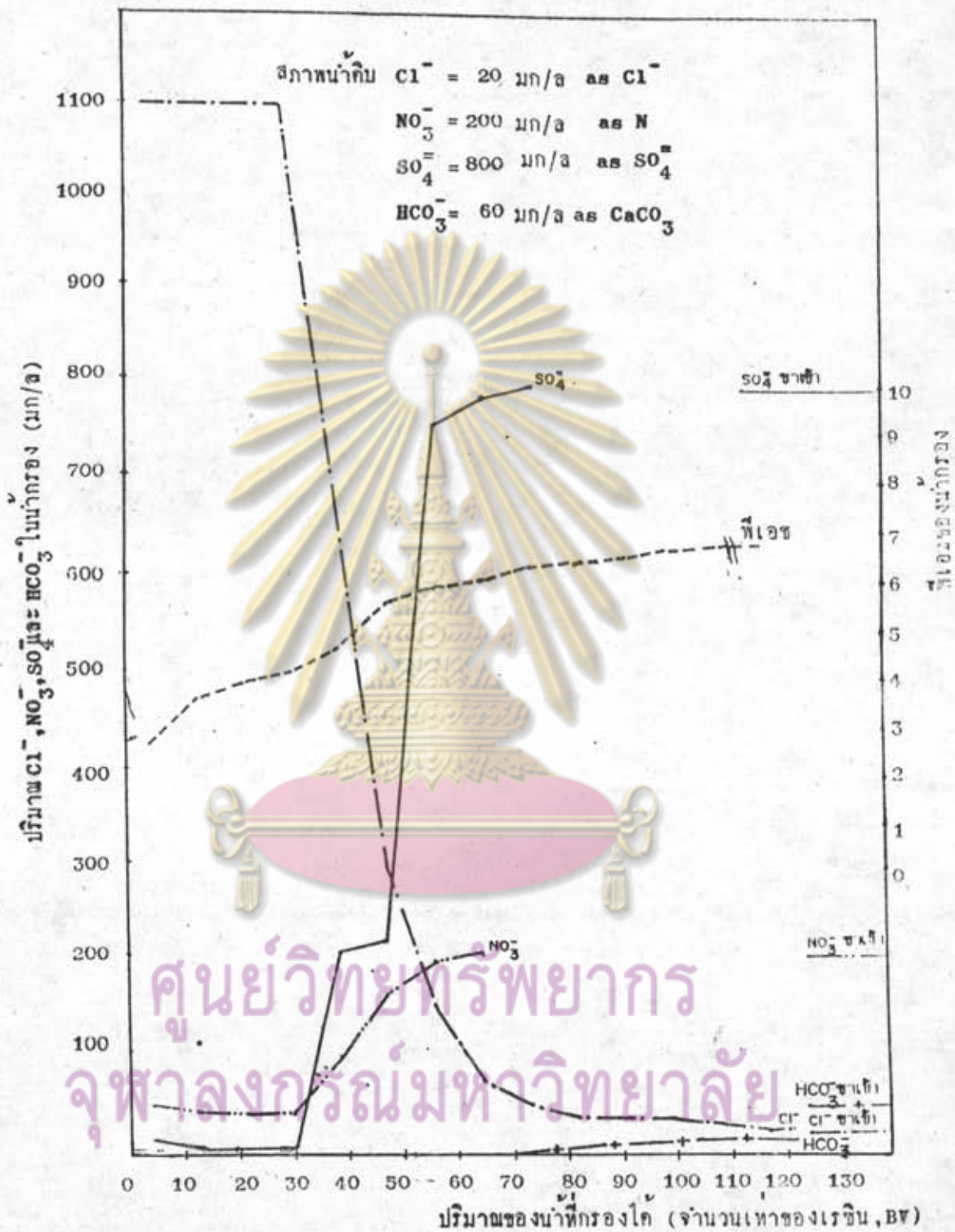
เรซินที่ใช้กรอง		สภาพน้ำกับสิ่งแเคราะห์ มก/ล				น้ำที่ผ่านหม้อกรองแล้ว		
		SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> as SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup> as Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> as CaCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> as N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Leakage มก/ล	BV ที่กรองได้	
นํ้าของ SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Duolite A 378	ก	40	20	60	200	< 10	40
			220				> 10	-
			800				> 50	-
	Amberlite IRA 94	ก	48	80	200	38	< 10	130
			105				< 10	110
			40				< 10	50
		ข	220	20	60	214	< 10	37
			480	< 10	30			
	Duolite A 378	ข	1150	> 10	-			
			48	80	200	38	< 10	90
105			< 10	80				
นํ้าของ Cl <sup>-</sup>	Duolite A 378	ก	220	20	60	200	> 10	-
			1000	> 10	-			
	Amberlite IRA 94	ก	220	20	60	214	< 10	37
			1000	< 10	15			
นํ้าของ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Duolite A 378	ก	220	20	60	200	> 10	-
					100		> 20	-
					480		> 40	-
	Amberlite IRA 94	ข	105	80	200	38	< 10	130
					400		< 10	70
					60		< 10	37
		ก	220	20	180	214	< 10	20
					330		< 10	10
					620		> 10	-
					105		80	200
400	< 10	45						



รูปที่ 4.11 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังควบกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร

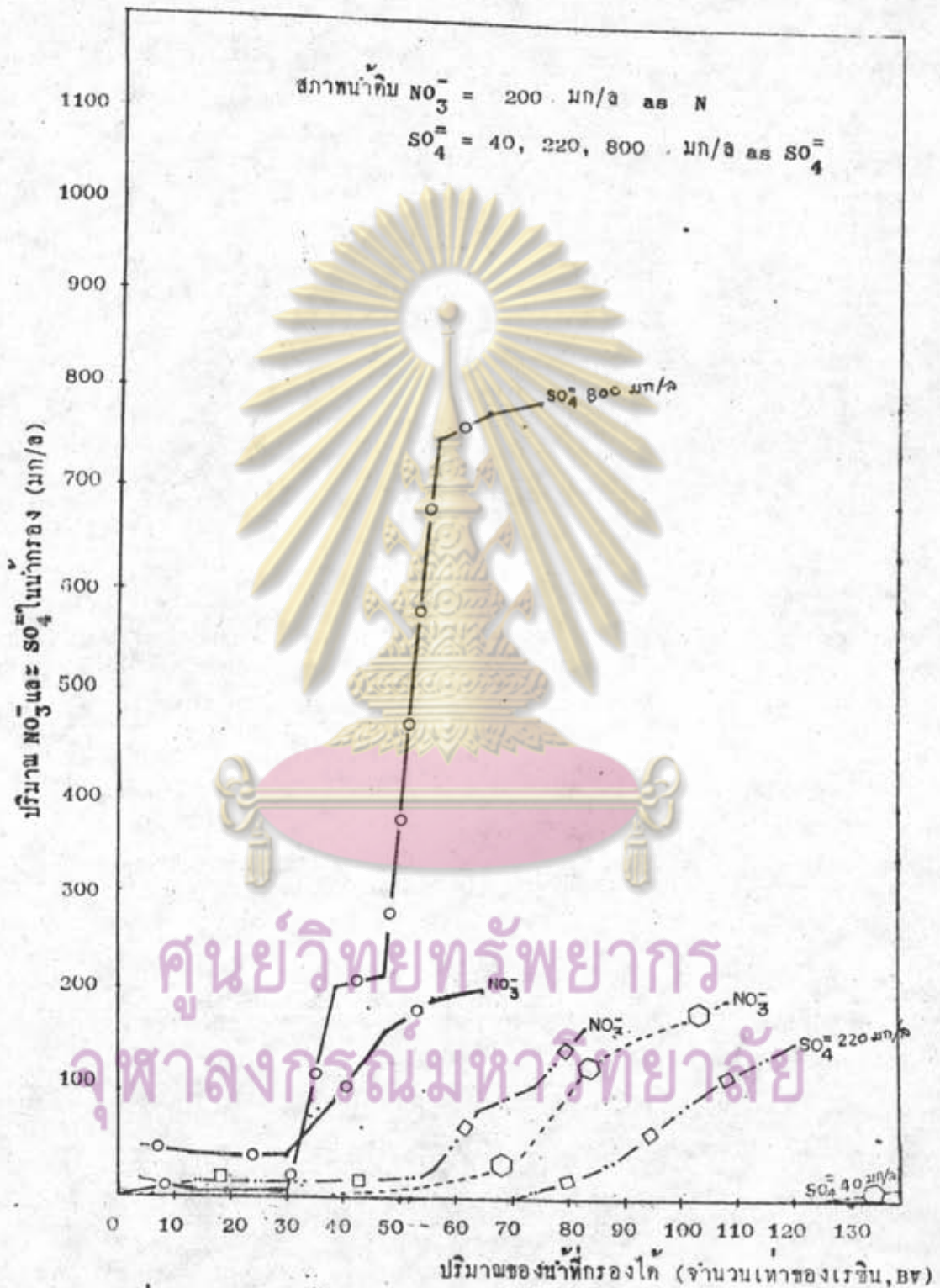


รูปที่ 4.12 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังด้วยกรกเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร

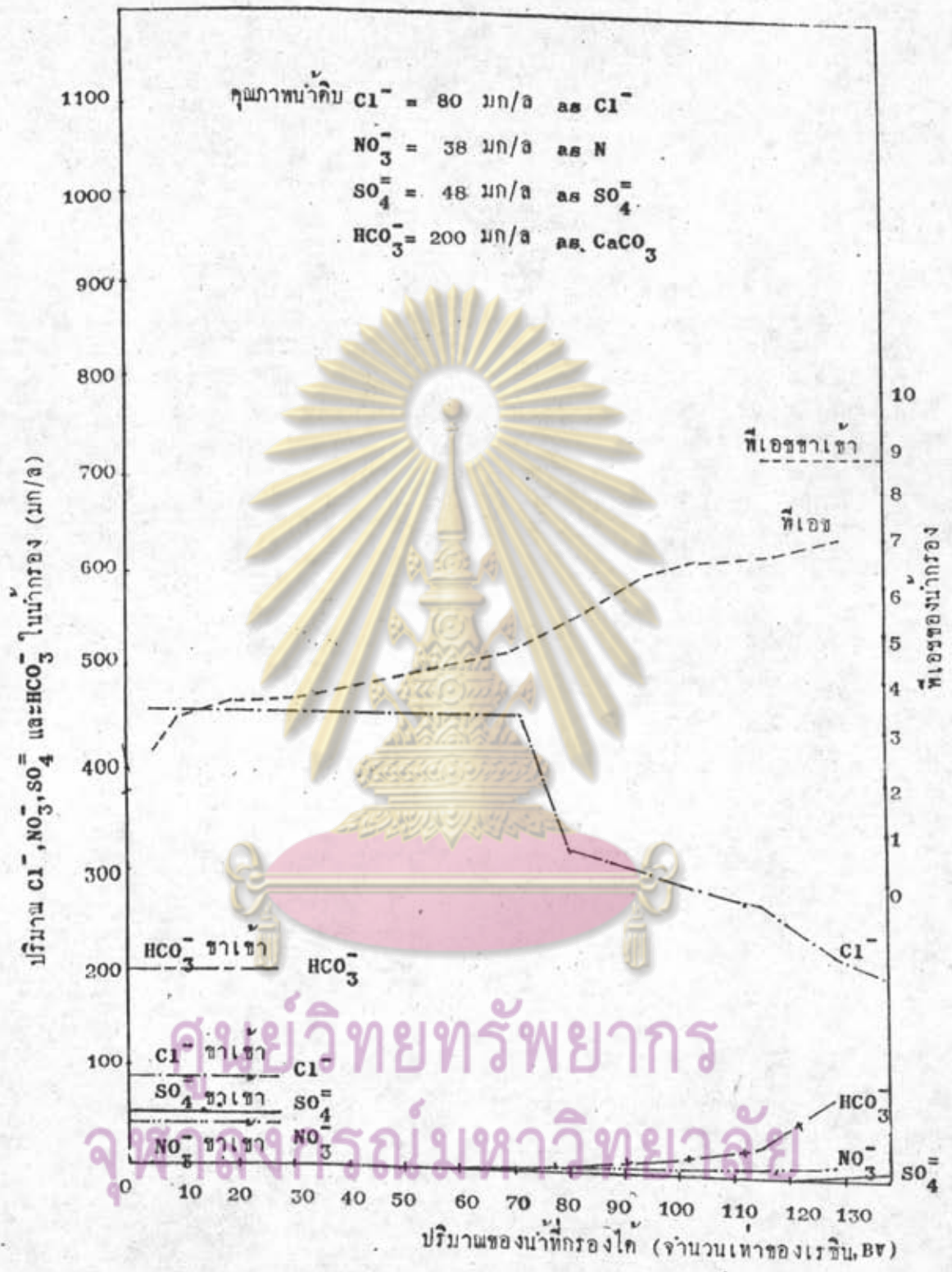


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

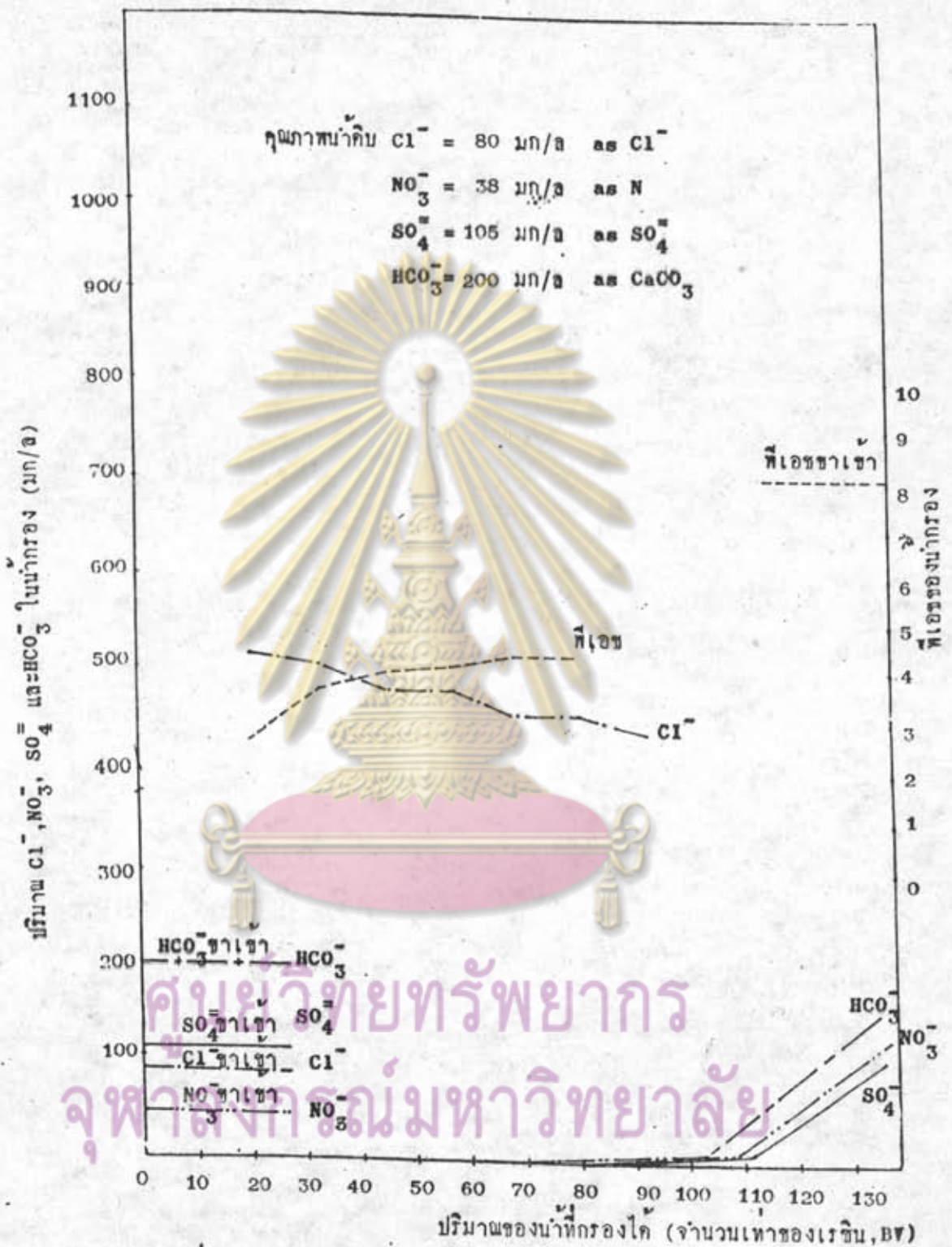
รูปที่ 4.13 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังควยกรกเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นผลของวัสดุเพ็ด ที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต Duolite A 378 การทดลองจากรูปที่ 4.11-4.13



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



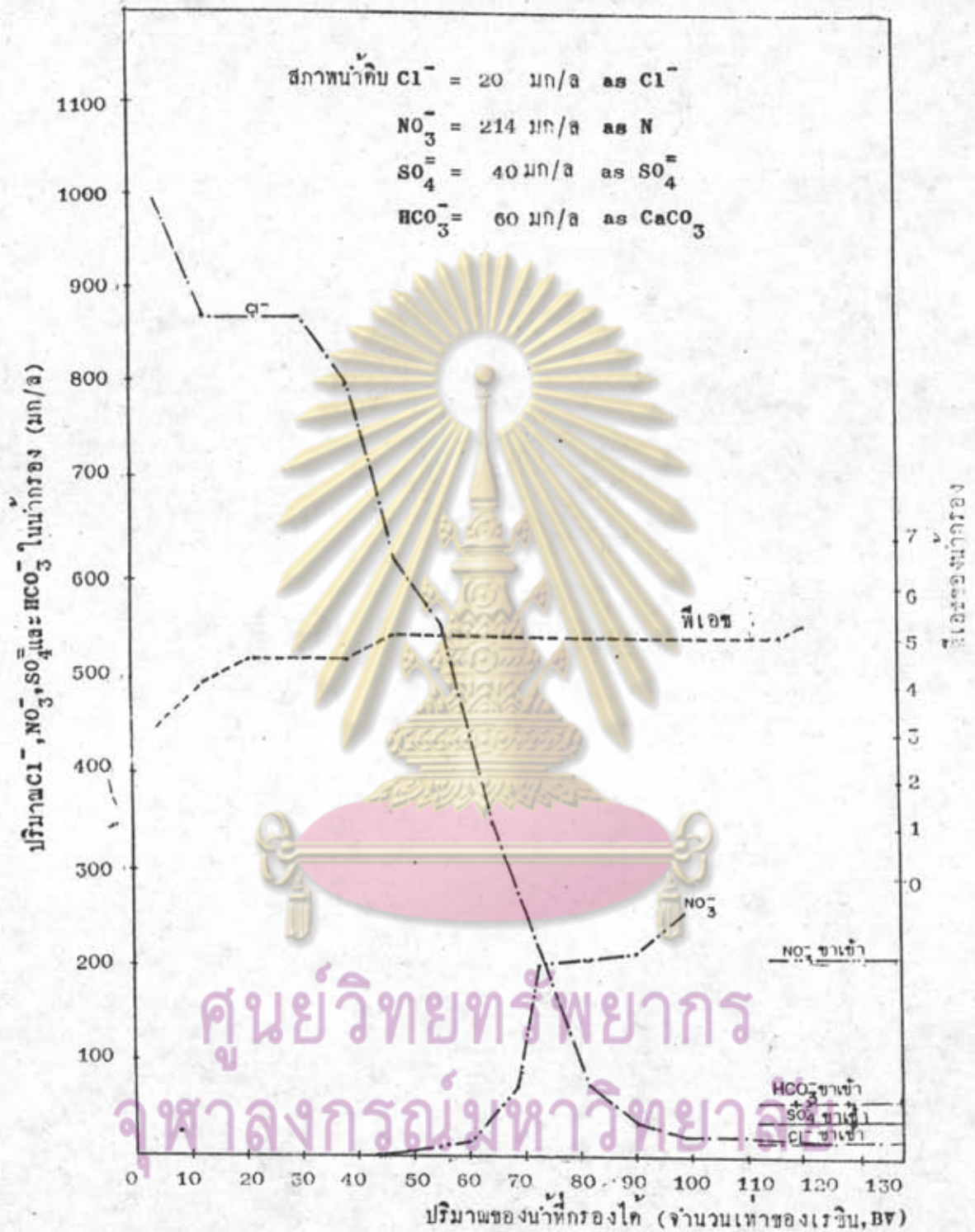
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.16 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังด้วยกรกเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร

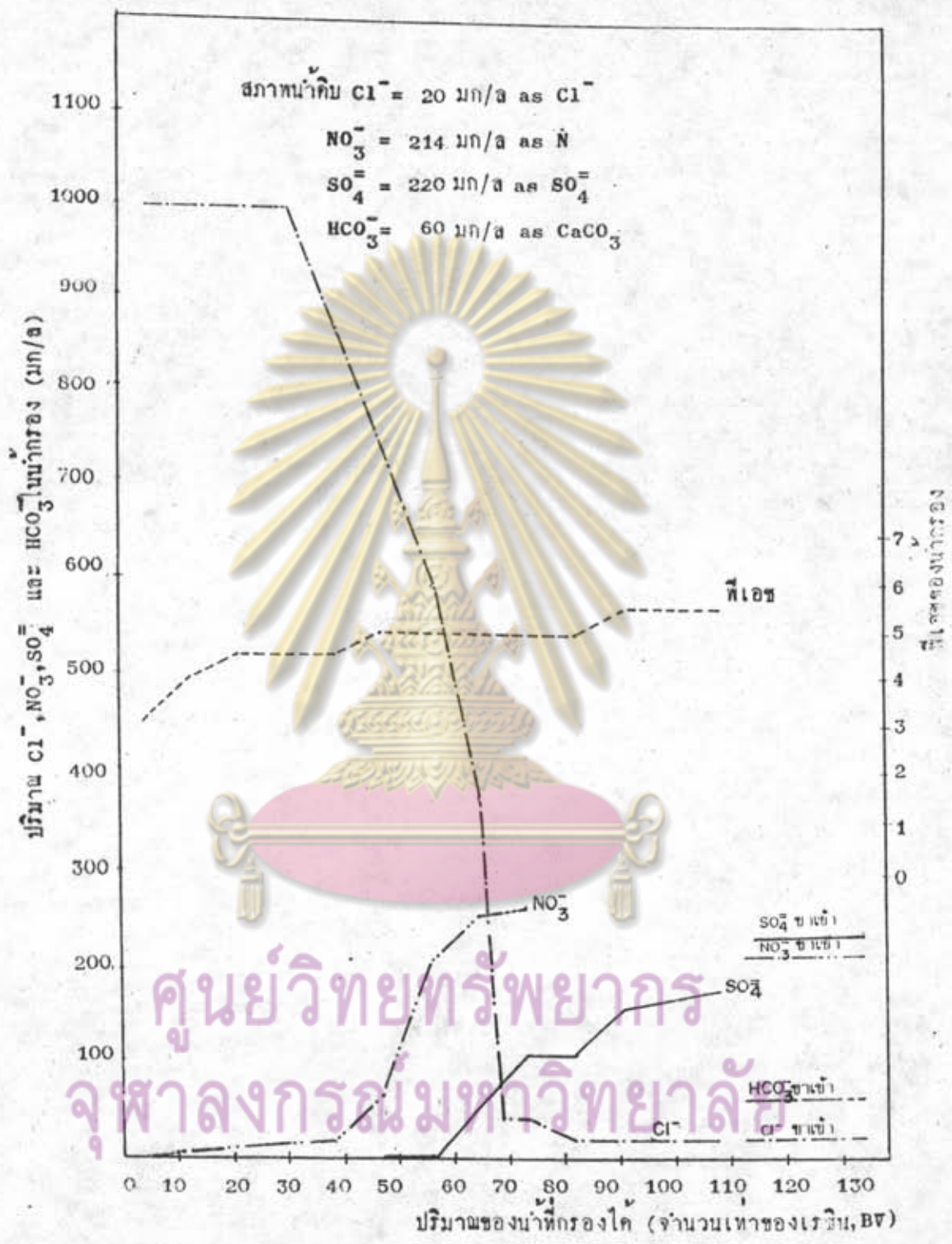




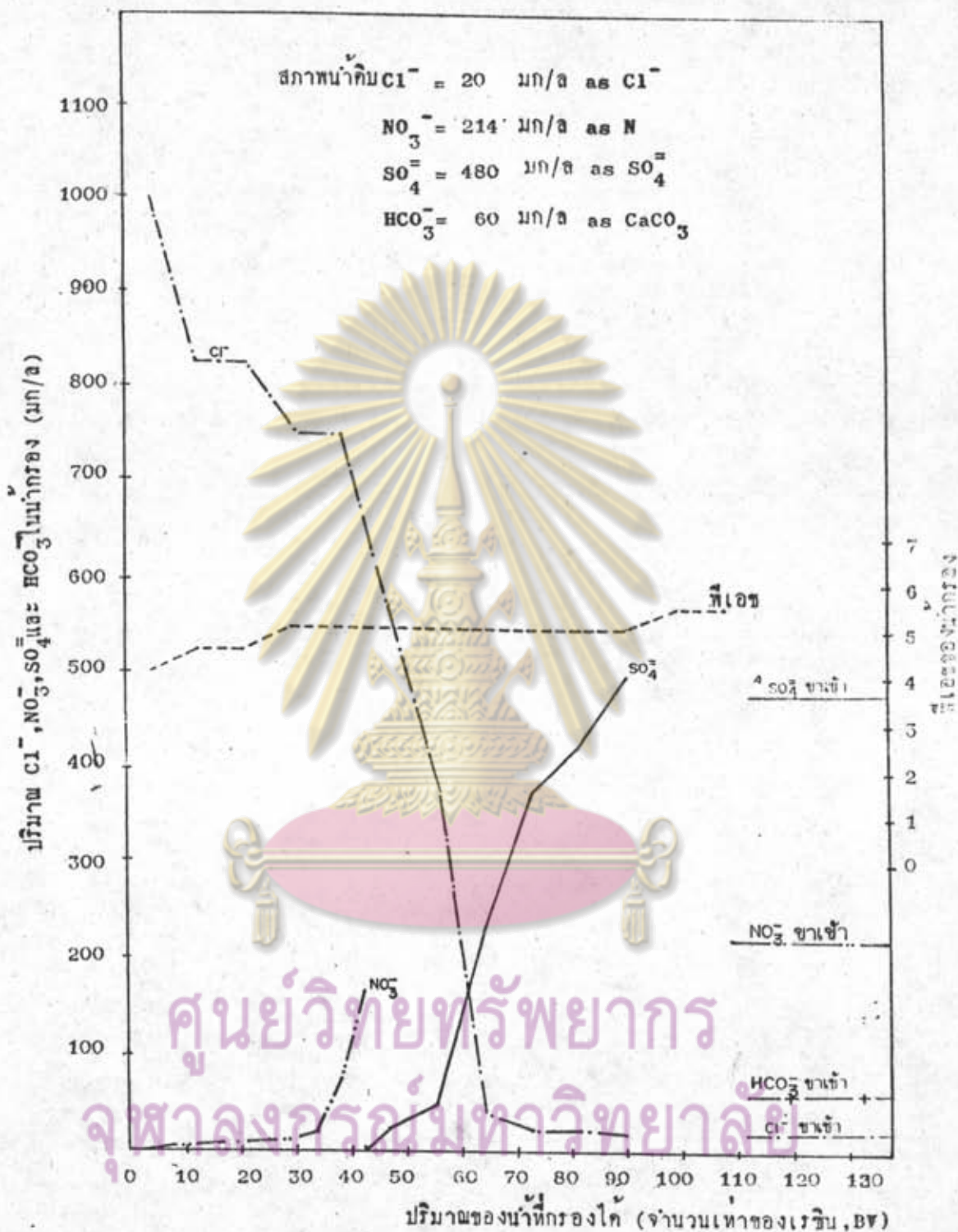
รูปที่ 4.17 แสดงให้เห็นผลของข้อเท็จจริงที่มีความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ Duolite A 378 การทดลองจากรูปที่ 4.15-4.16



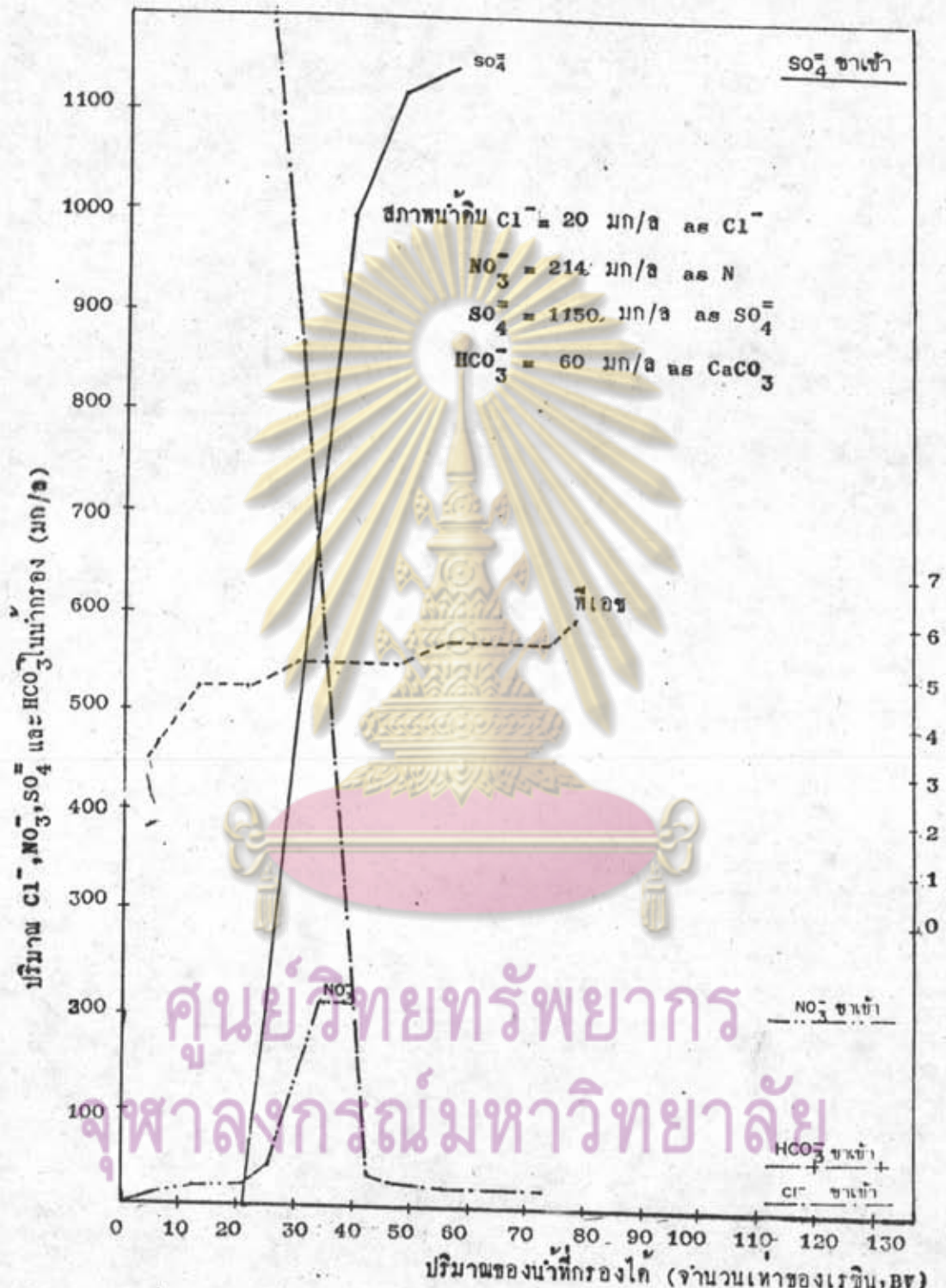
รูปที่ 4.18 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 พื้นที่ลึงค์วกรทเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



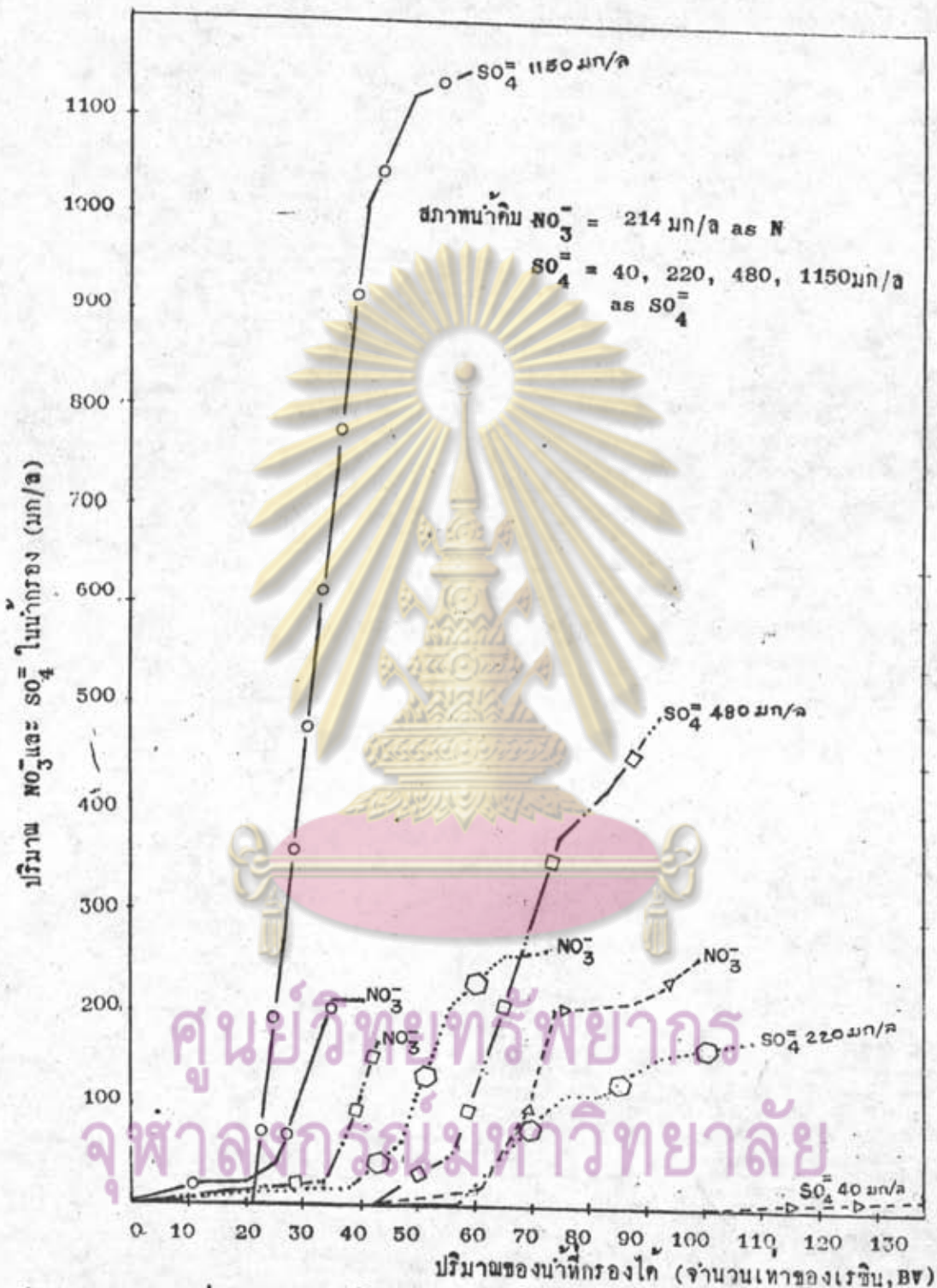
รูปที่ 4.19 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังจ่ายกรวดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.20 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 พื้นกำลังตัวยกรกเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร

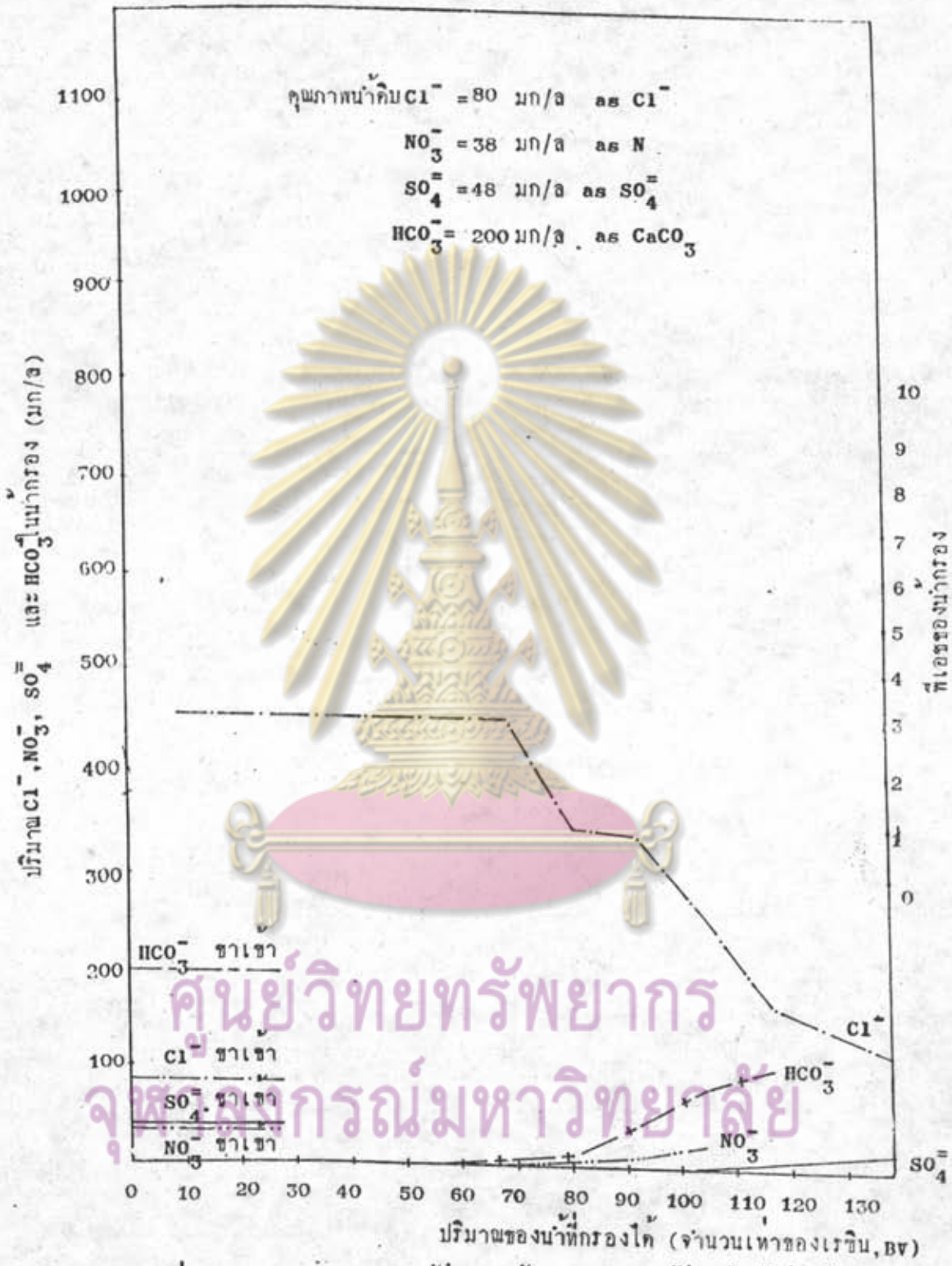


รูปที่ 4.21 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 พื้นที่จำกัดด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



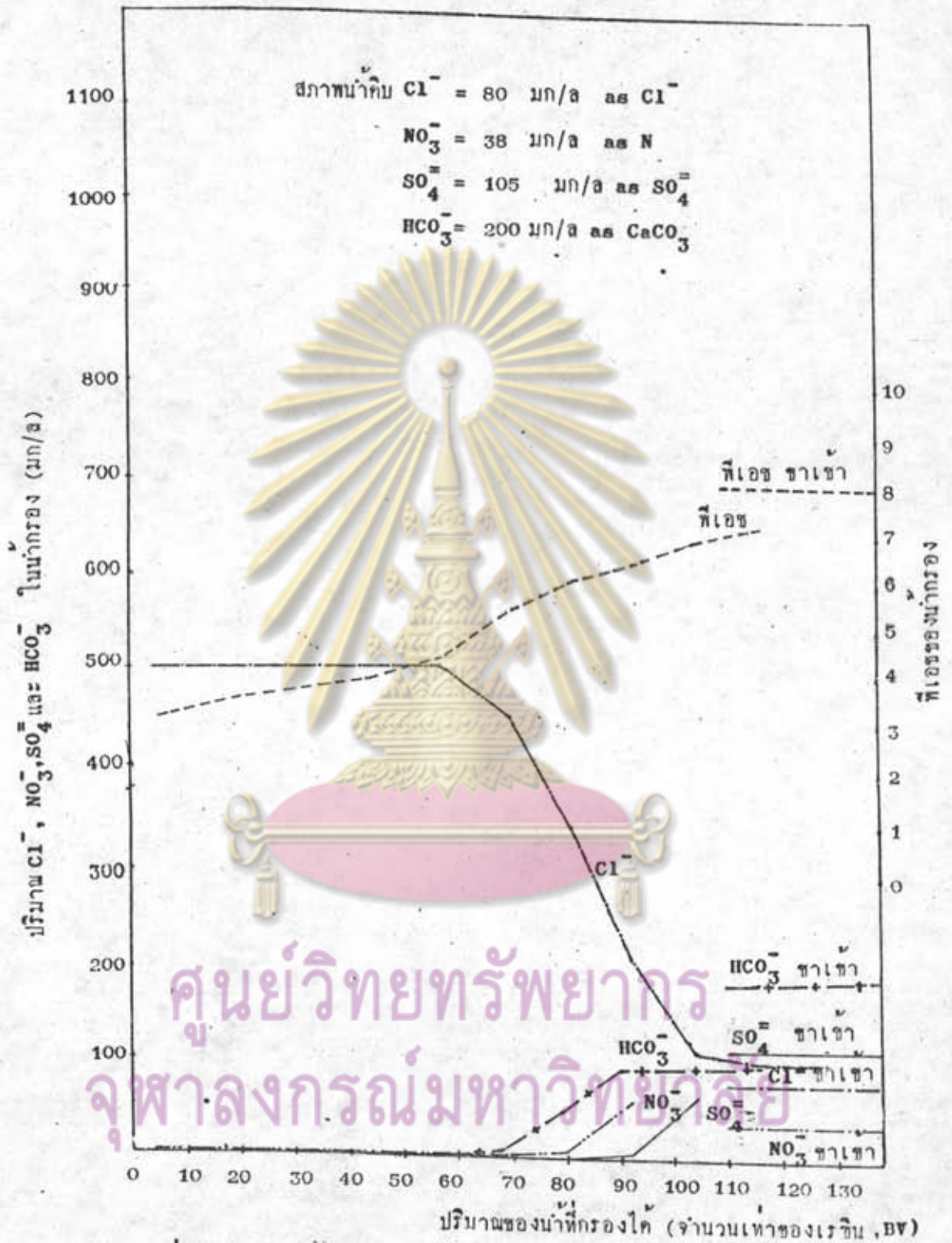
ศูนย์วิทยพัทยา  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.22 แสดงให้เห็นผลของอัลเฟกที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต  
 โดยใช้ Amberlite IRA 94 การทดลองจากรูปที่ 4.19-4.21



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

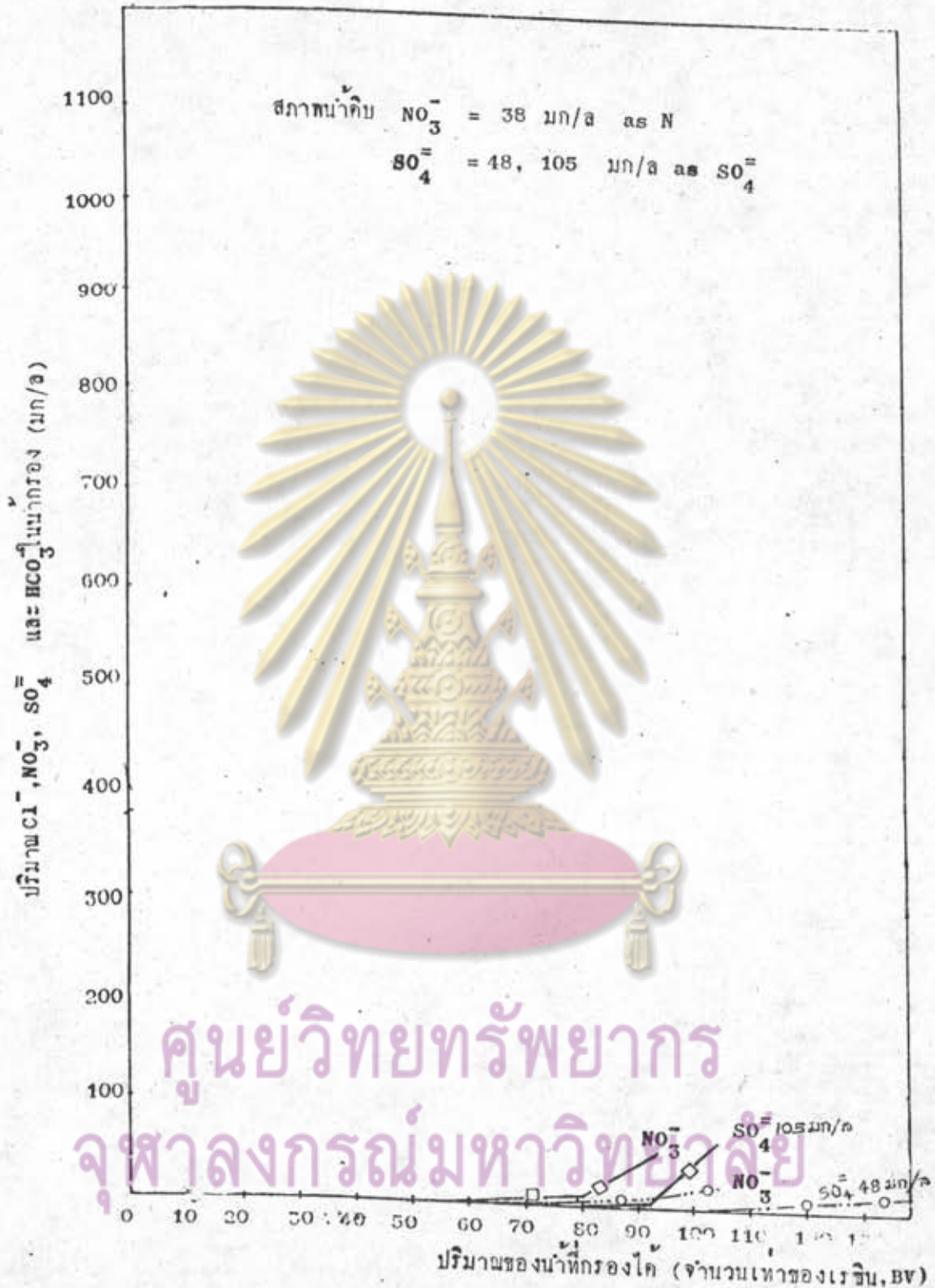
รูปที่ 4.25 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA94 พื้นกำส้งค์วกรกเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



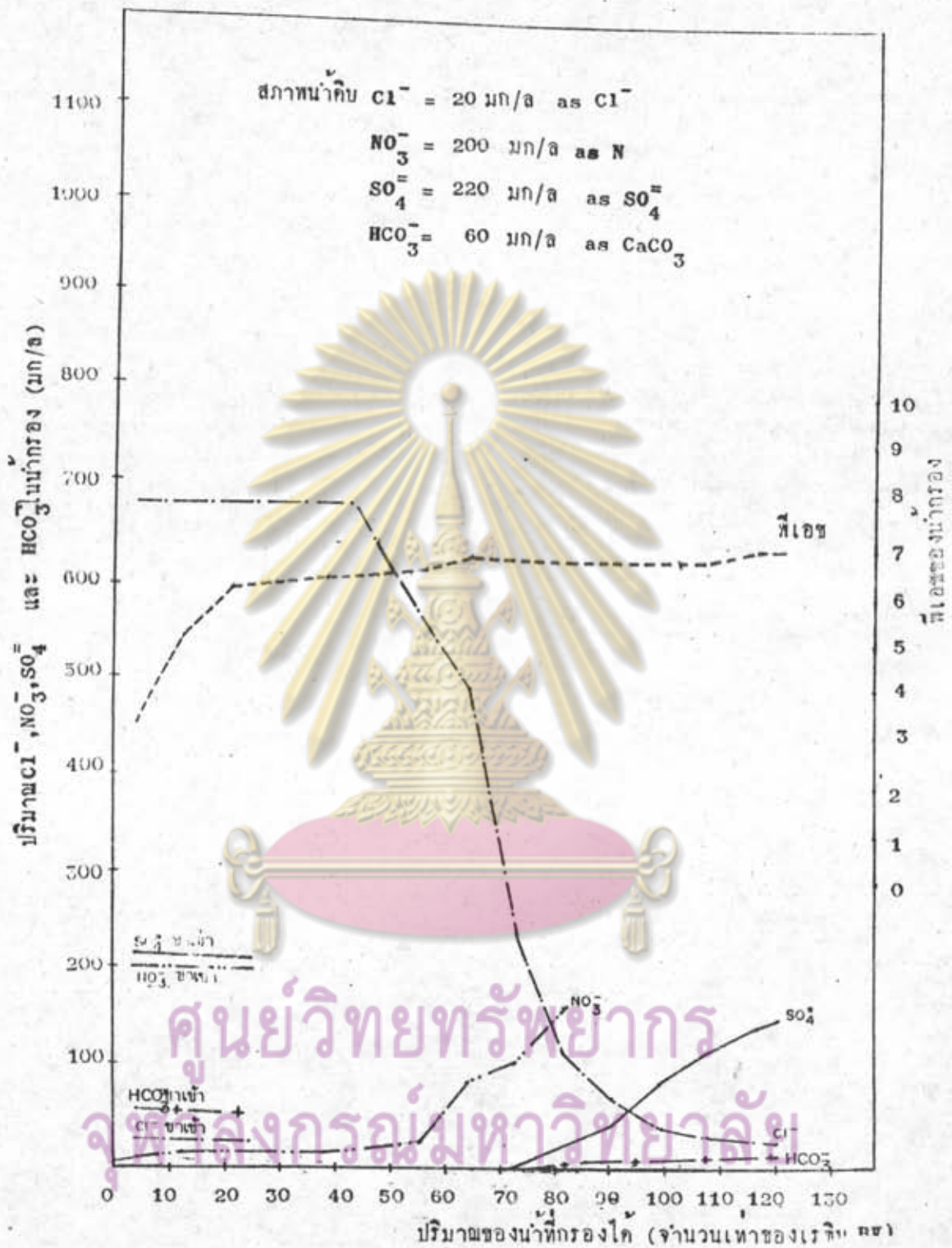
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.24 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังด้วยกรรเกส 8 % 91 กรัม/ลิตร

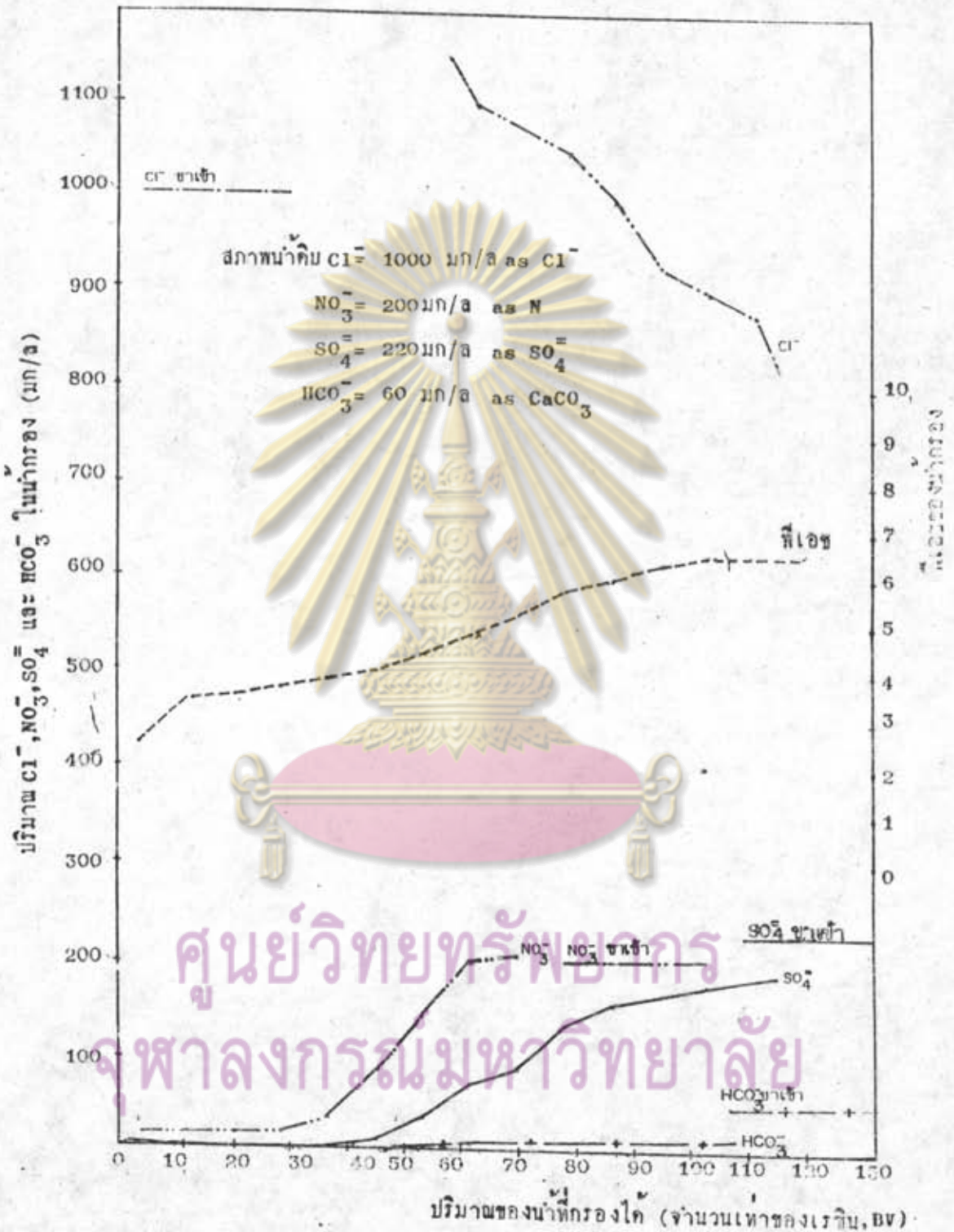




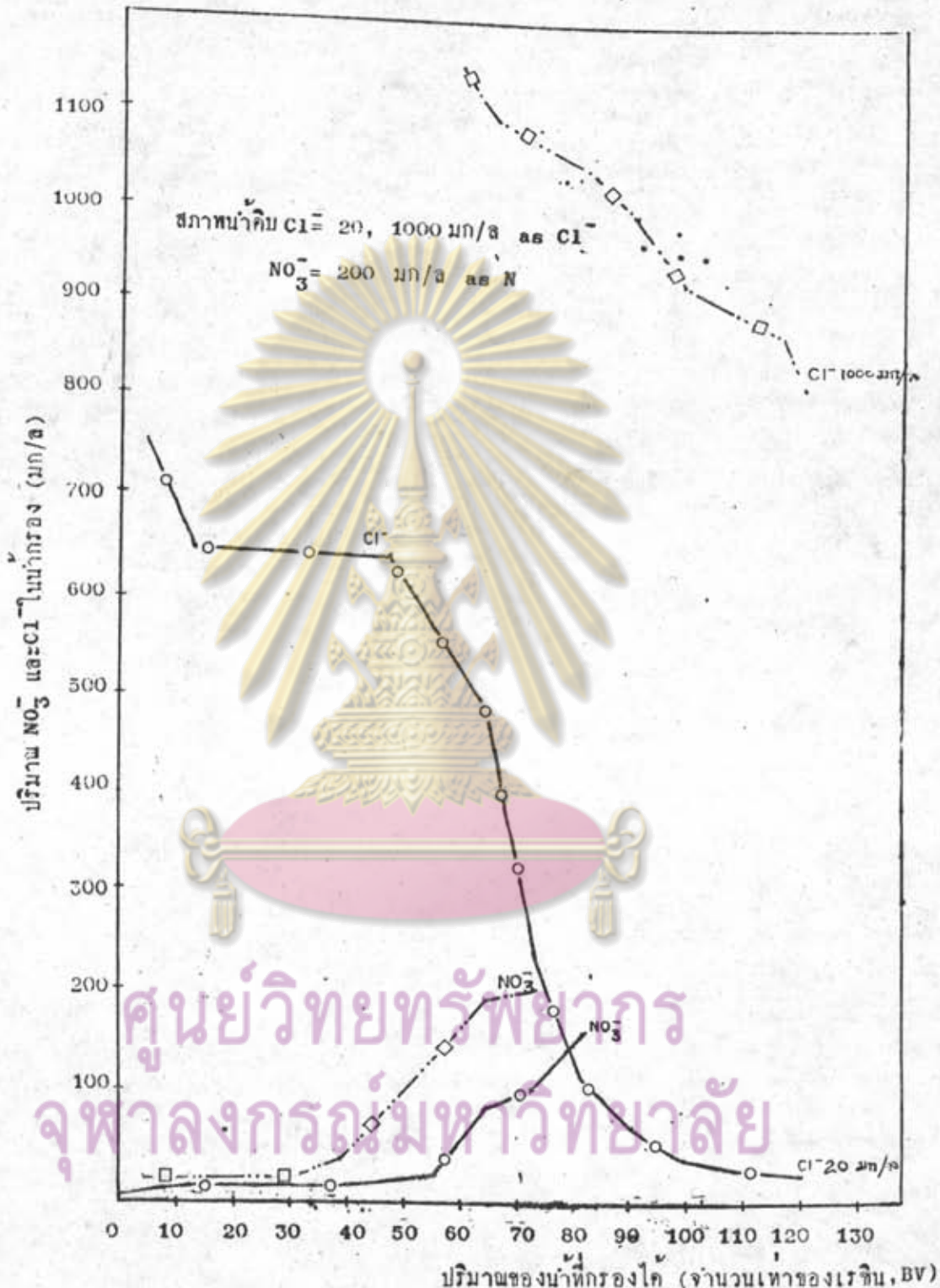
รูปที่ 4.25 แสดงให้เห็นผลของ ซิลิเกตที่มีความสามารถในการทำจัดในเทรตโคไลท์ Amberlite IRA 94 การทดสอบจากรูปที่ 4.23-4.24



รูปที่ 4.26 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังควบยกเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร



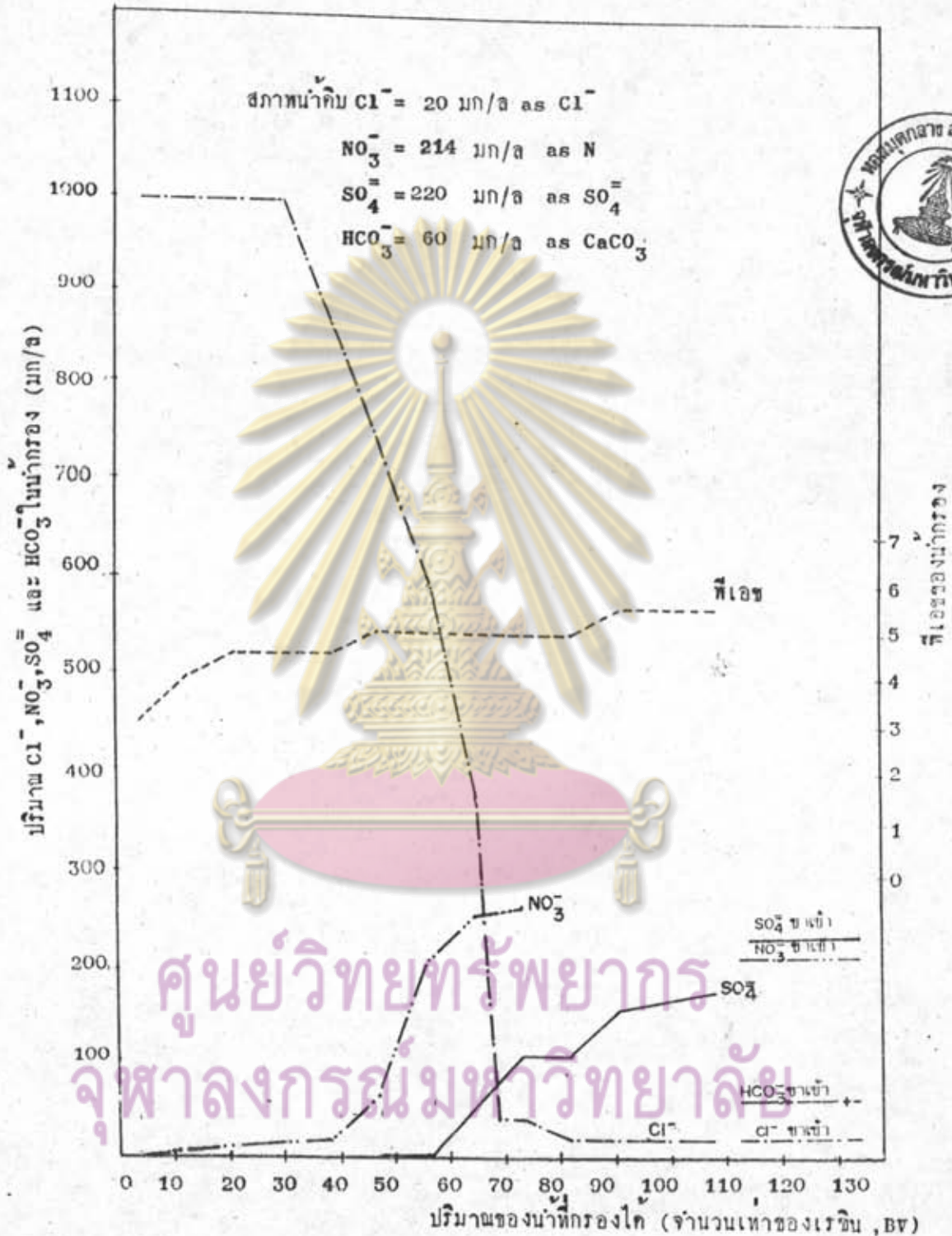
รูปที่ 4.27 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังควบยกกรดเกลือ 8% 125 กรัม/ลิตร



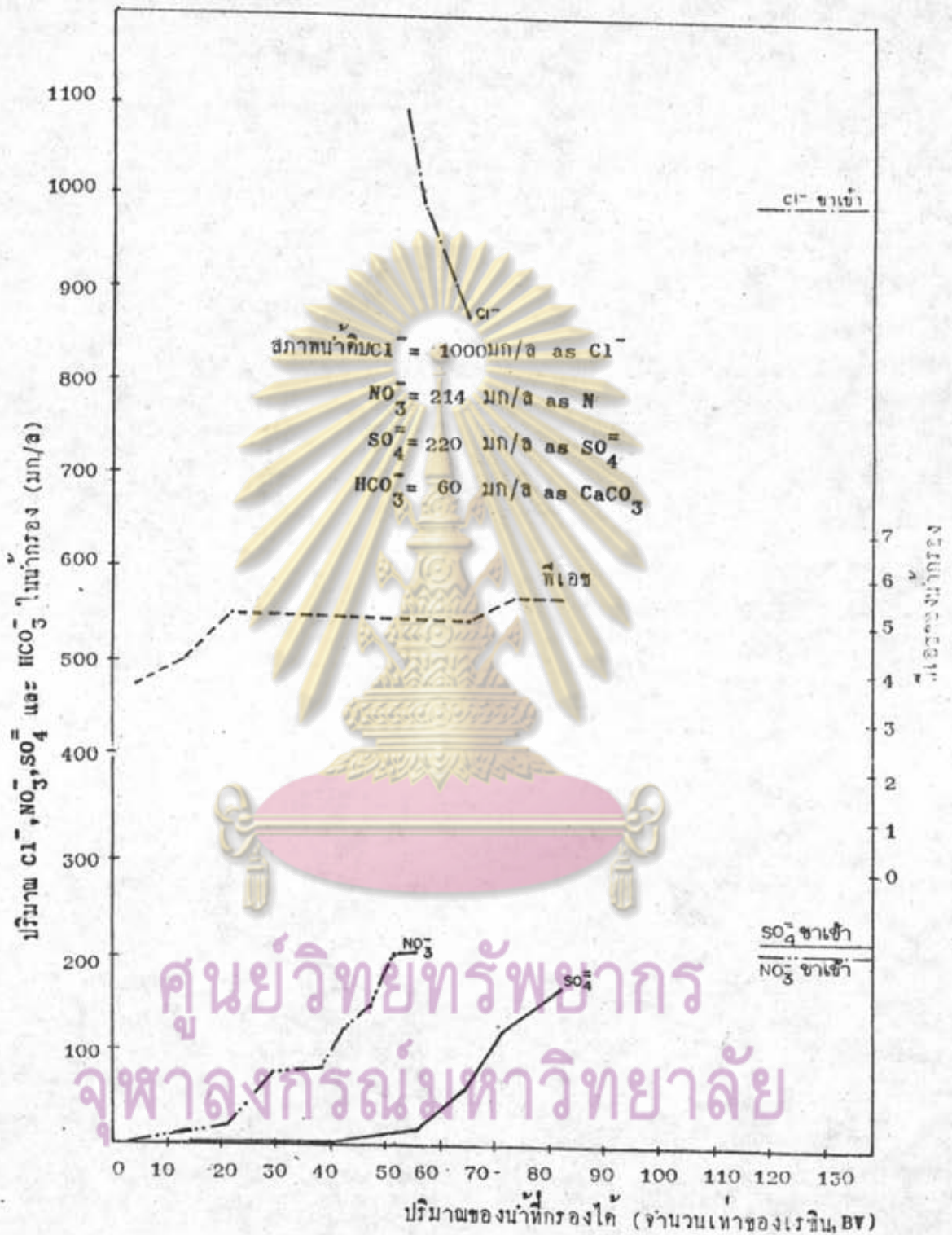
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.28 แสดงให้เห็นผลของคลอไรด์ที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต

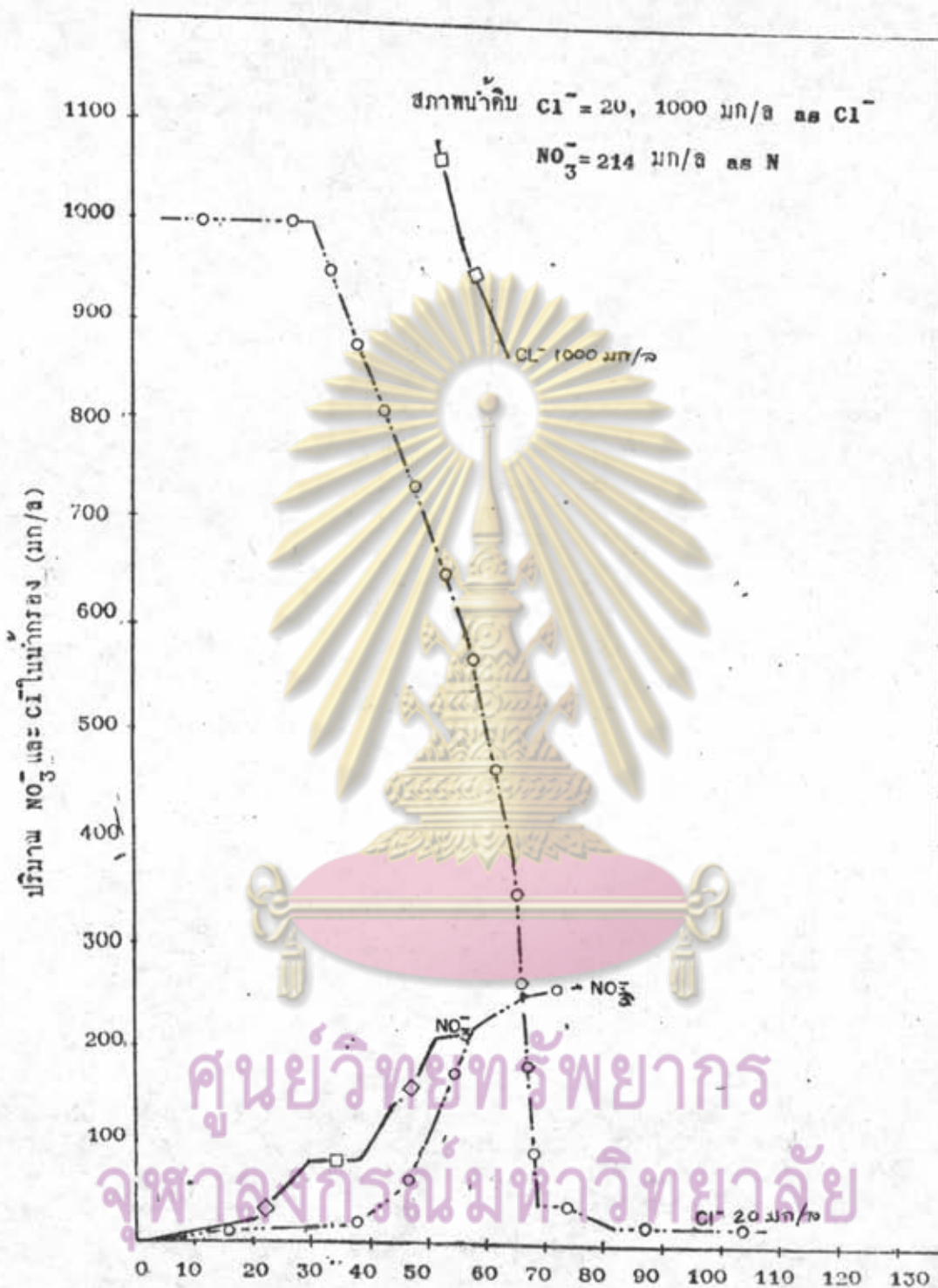
Duolite A 378 ภาวทดลองจากรูปที่ 4.26-4.27



รูปที่ 4.29 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังช่วยกรกละเลื่อ 8 %  
 91 กรัม/ลิตร

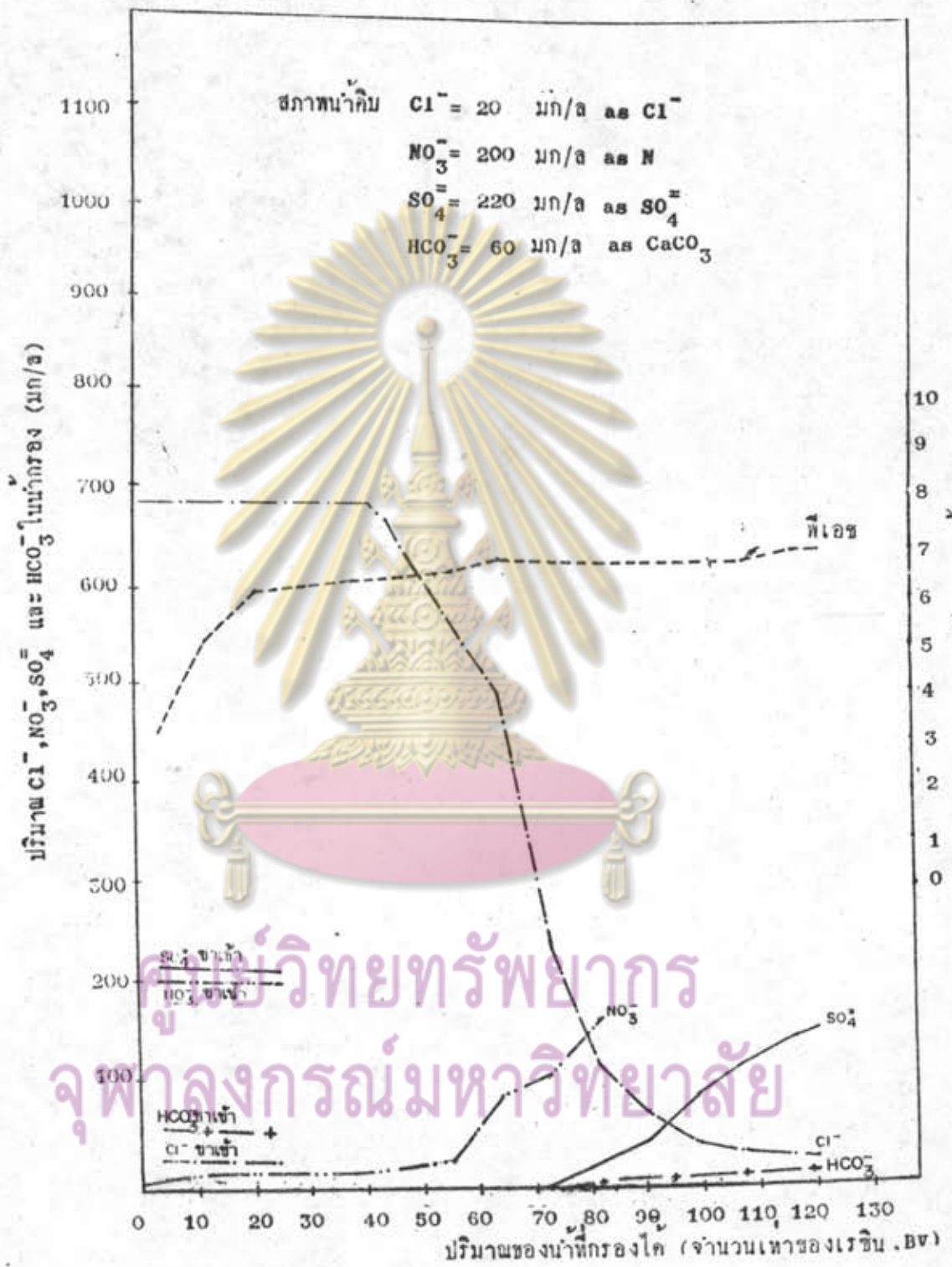


รูปที่ 4.30 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟันกำลังด้วยกรรทเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.31 แสดงให้เห็นผลของคอลัมน์ที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต

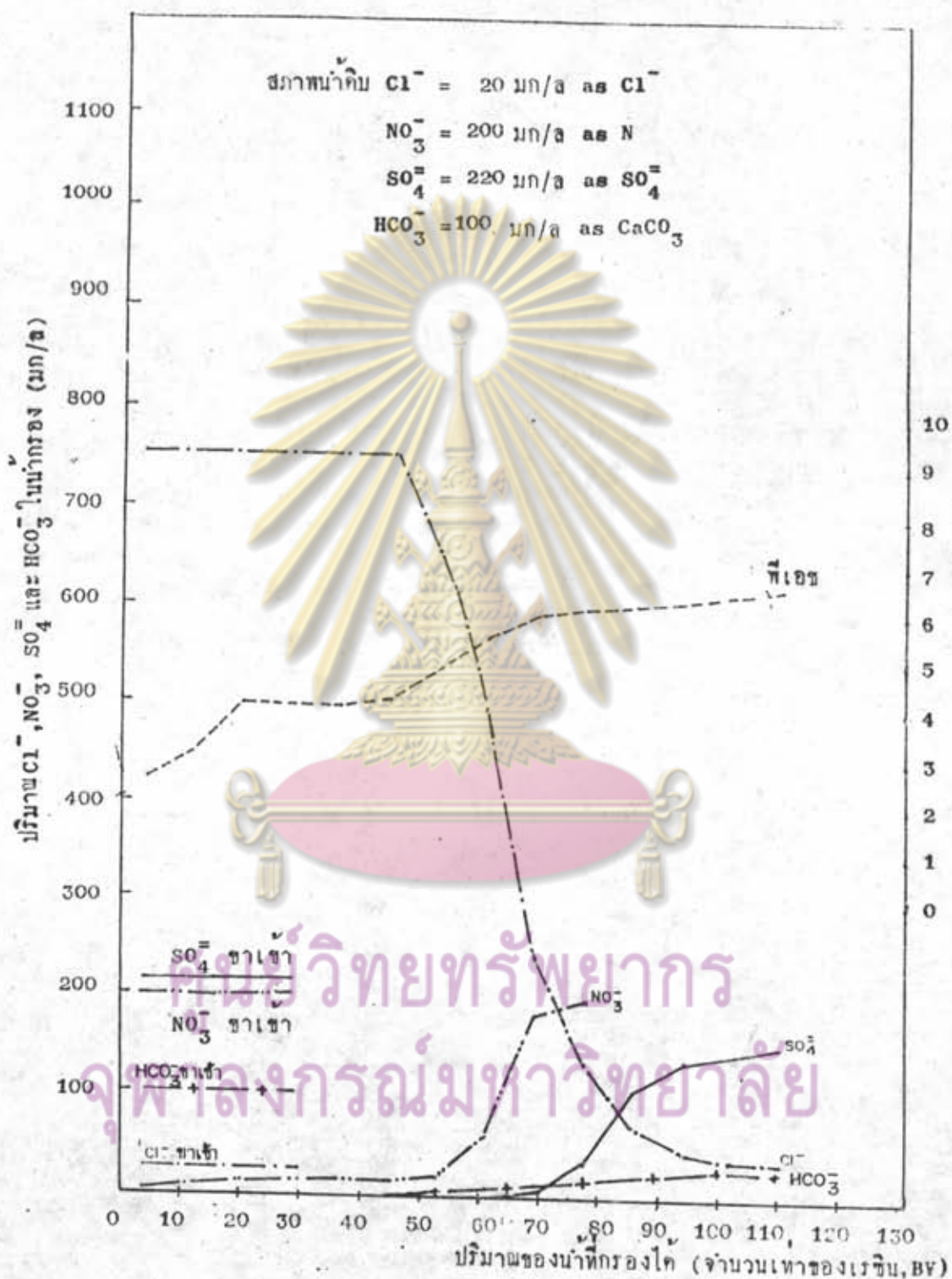
โดยใช้ Amberlite IRA 94 การทดลองจาก รูปที่ 4.29-4.30



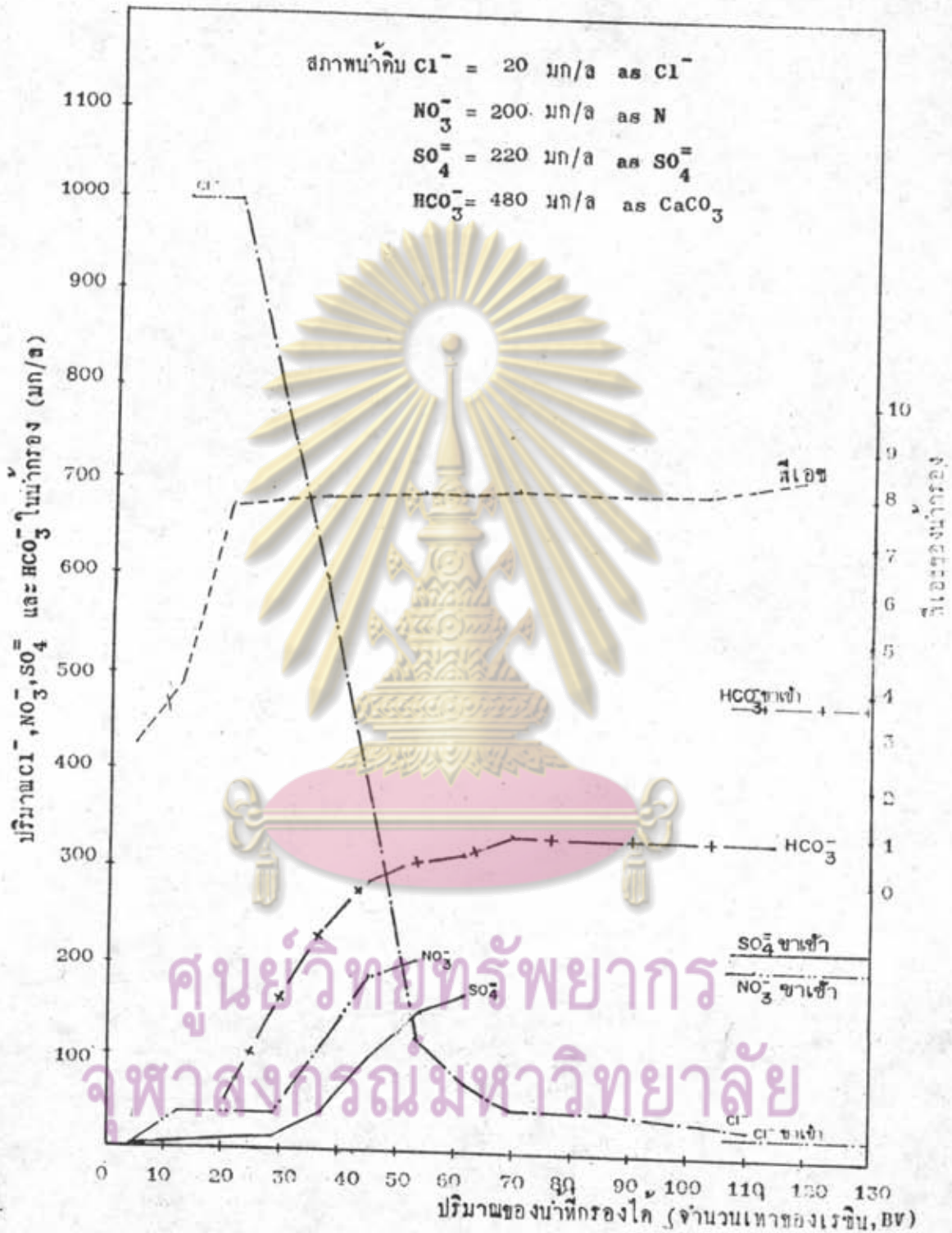
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.32 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่นํ้าตั้งกัวบกรทเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร

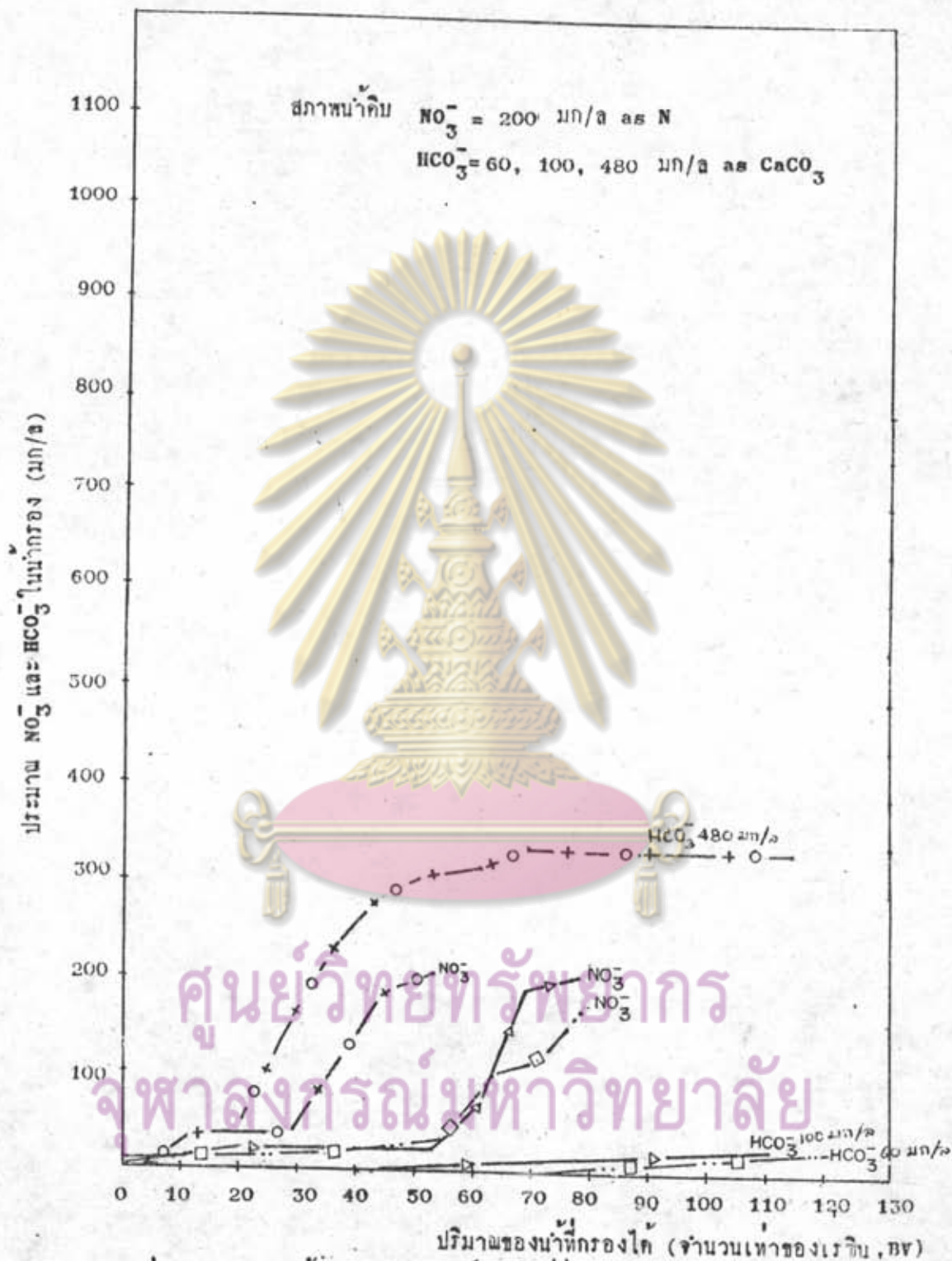




รูปที่ 4.33 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังด้วยกรรทเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร

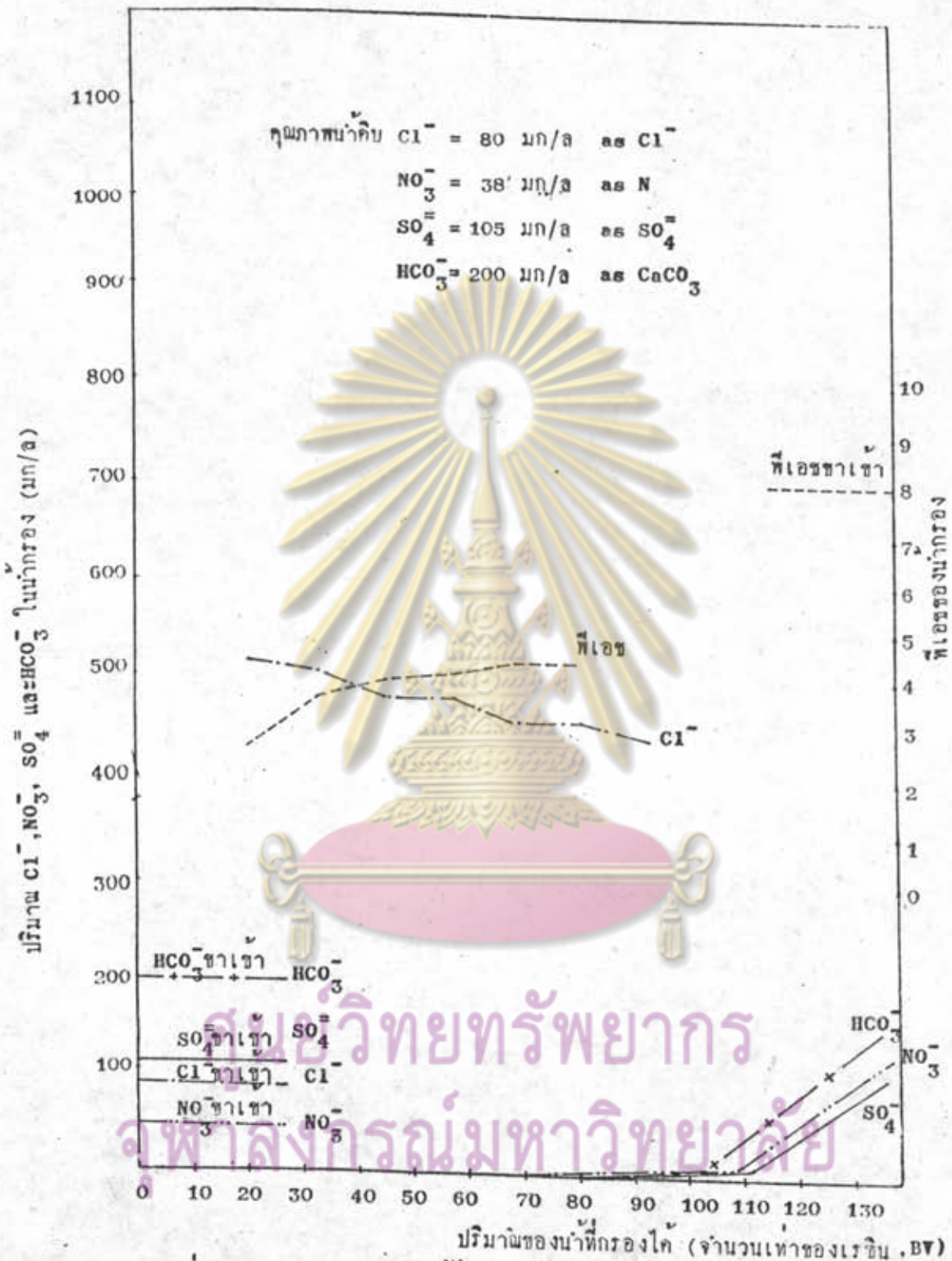


รูปที่ 4.34 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ฟันกำลังด้วยกรรกลเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร

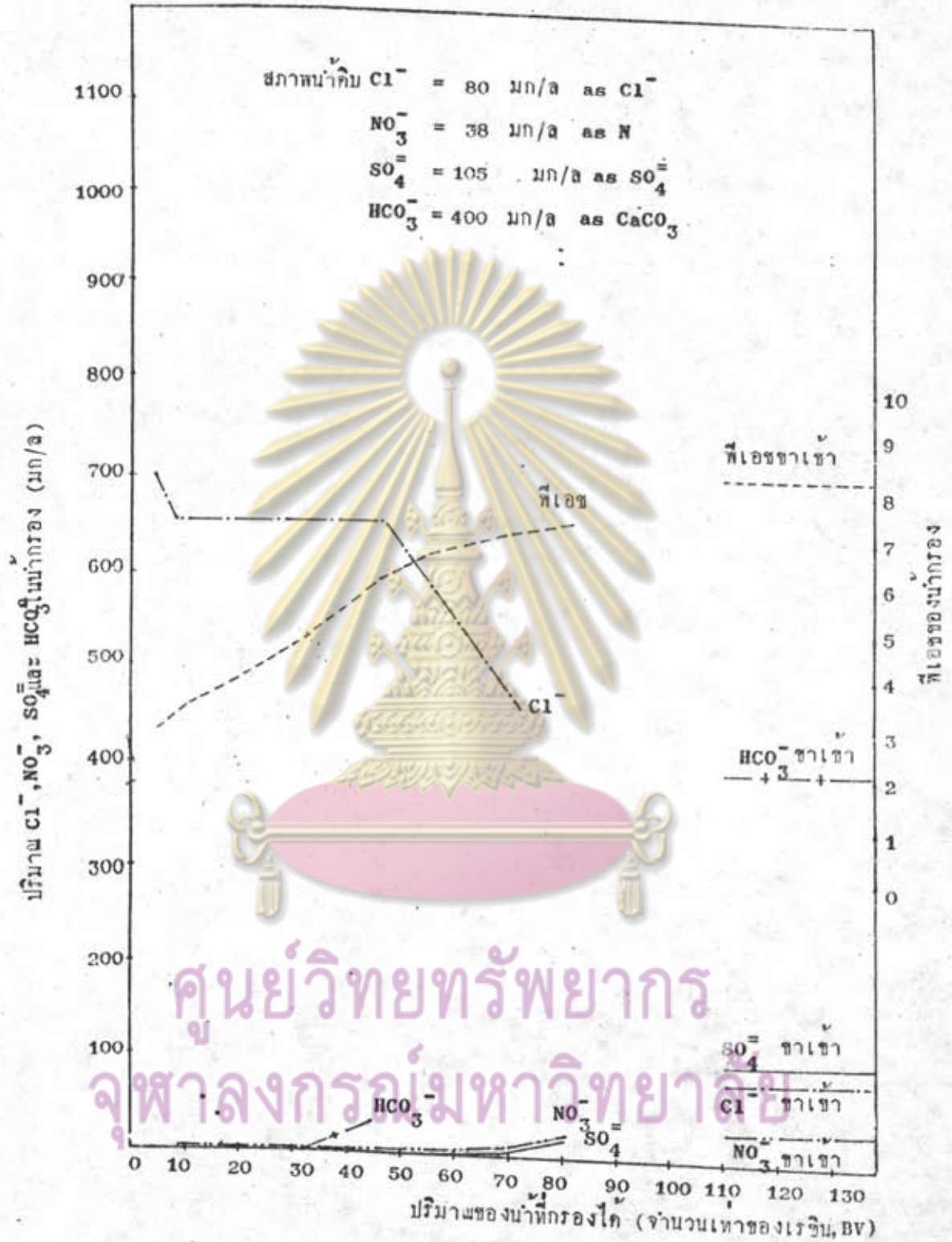


รูปที่ 4.35 แสดงให้เห็นผลของไบคาร์บอเนตที่ต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรท  
 Duolite A 378 การทดลองจาก รูปที่ 4.32-4.34

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.36 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 ที่กำลังทำงานที่ร้อยละ 8 % 125 กรัม/ลิตร

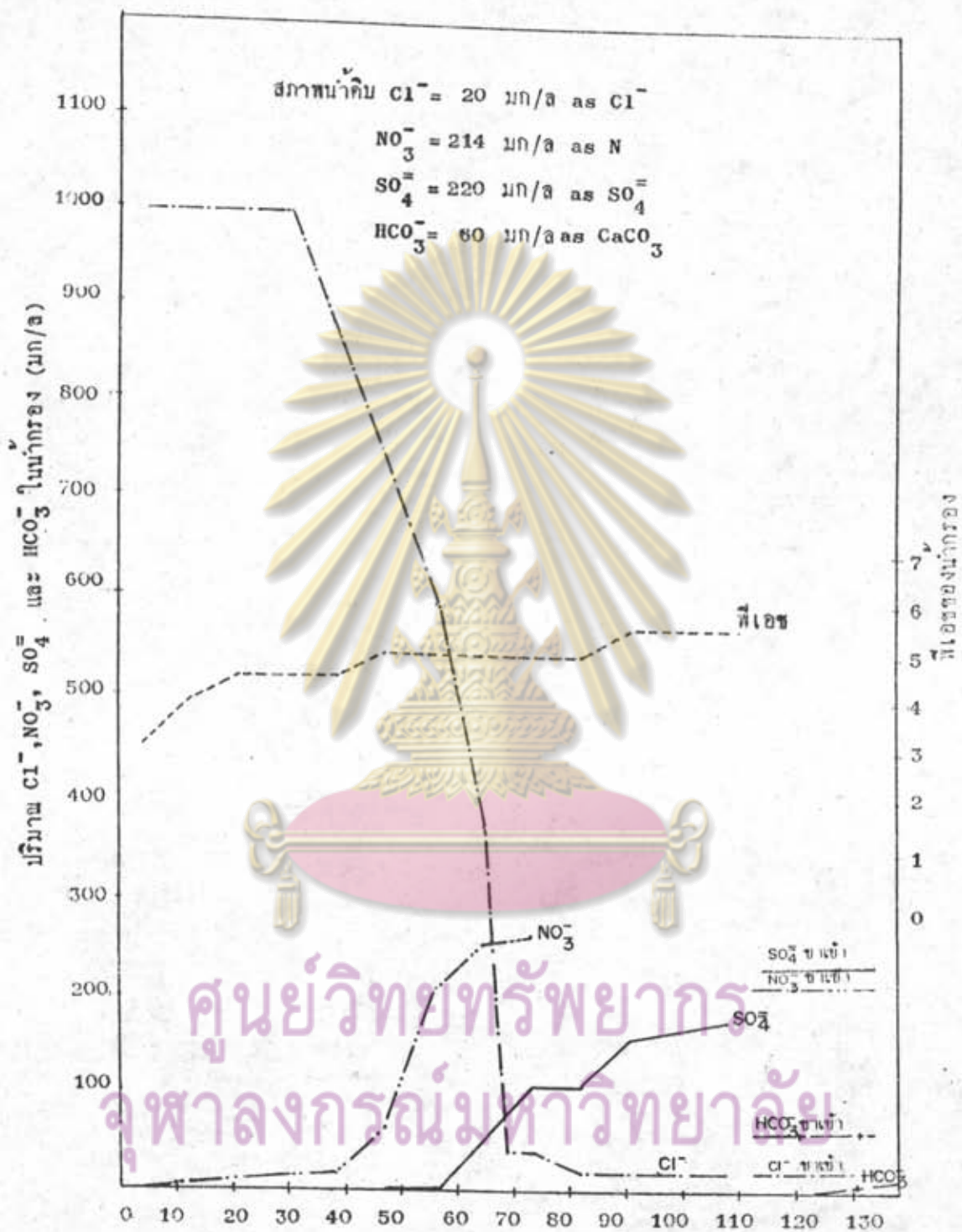


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.37 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A-378 ที่กำลังกักขังครกเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร

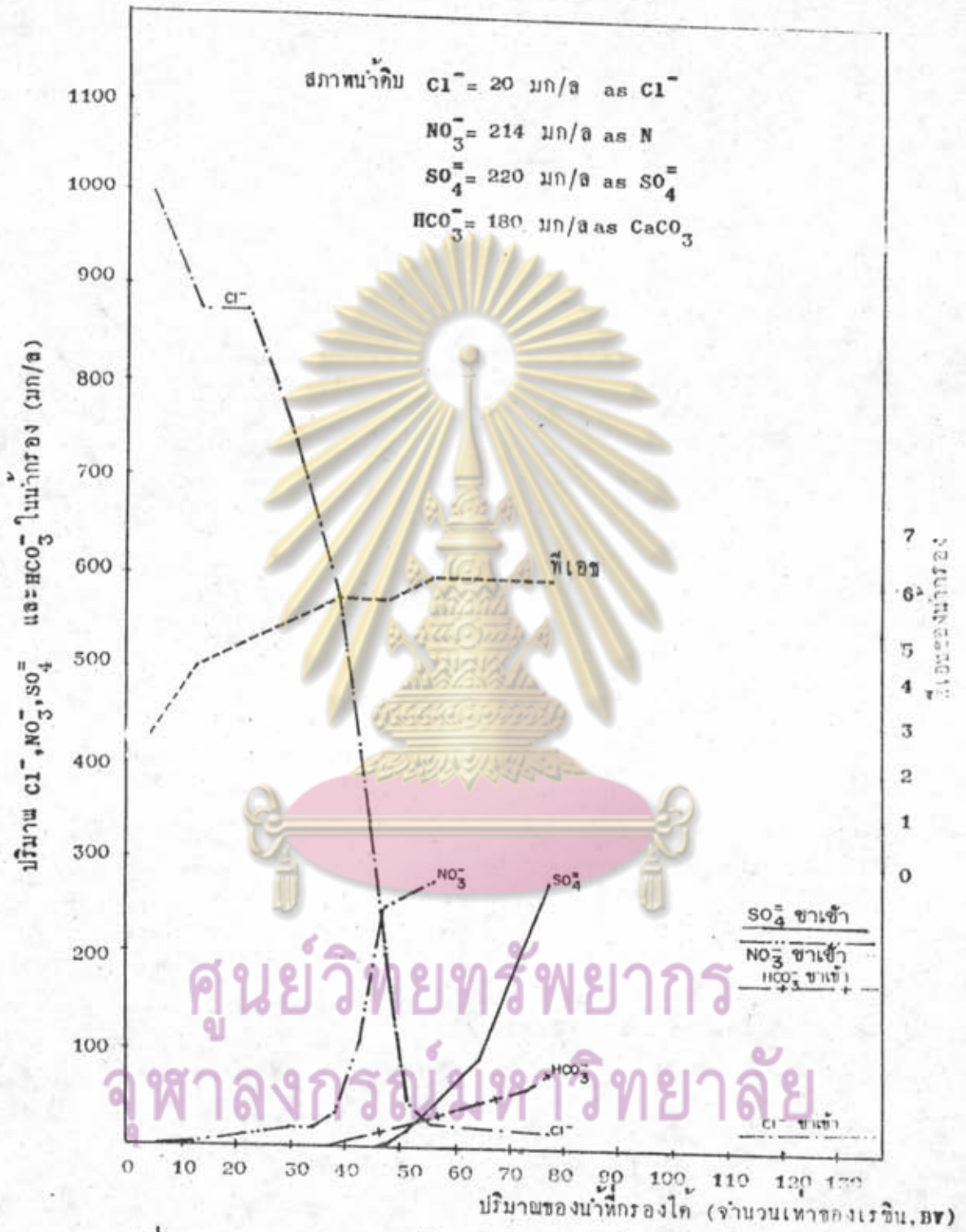


รูปที่ 4.38 แสดงให้เห็นผลของ ไบคาร์บอเนตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต Duolite A 378 การทดลองจากรูปที่ 4.36-4.37



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

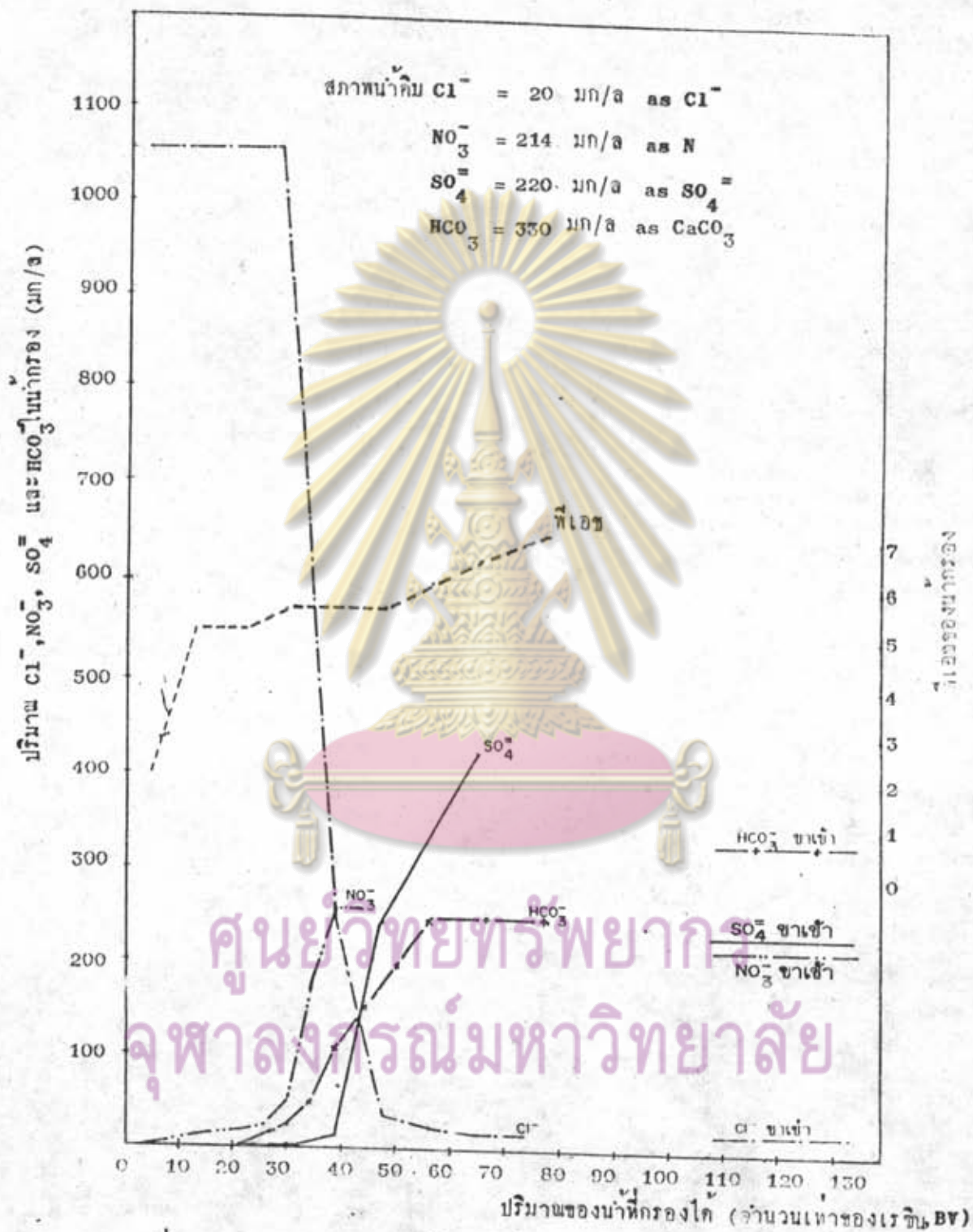
รูปที่ 4.39 ปริมาณของน้ำที่กรองได้ (จำนวนเท่าของเรซิน, BV) แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังควบ  
 ปรกเหลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



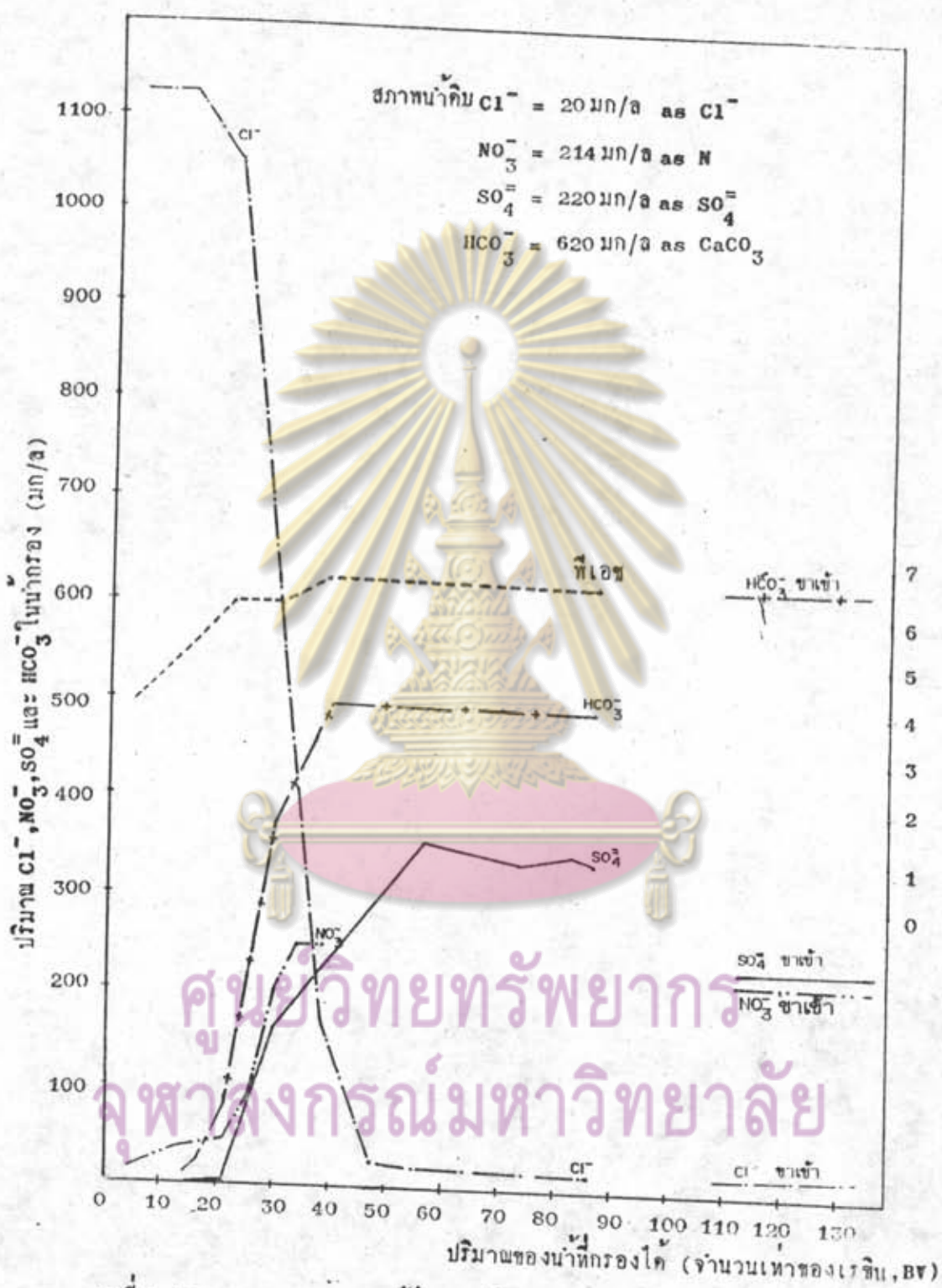
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.40 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้  
 สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังควบยกกรดเกลือ 8 %  
 91 กรัม/ลิตร

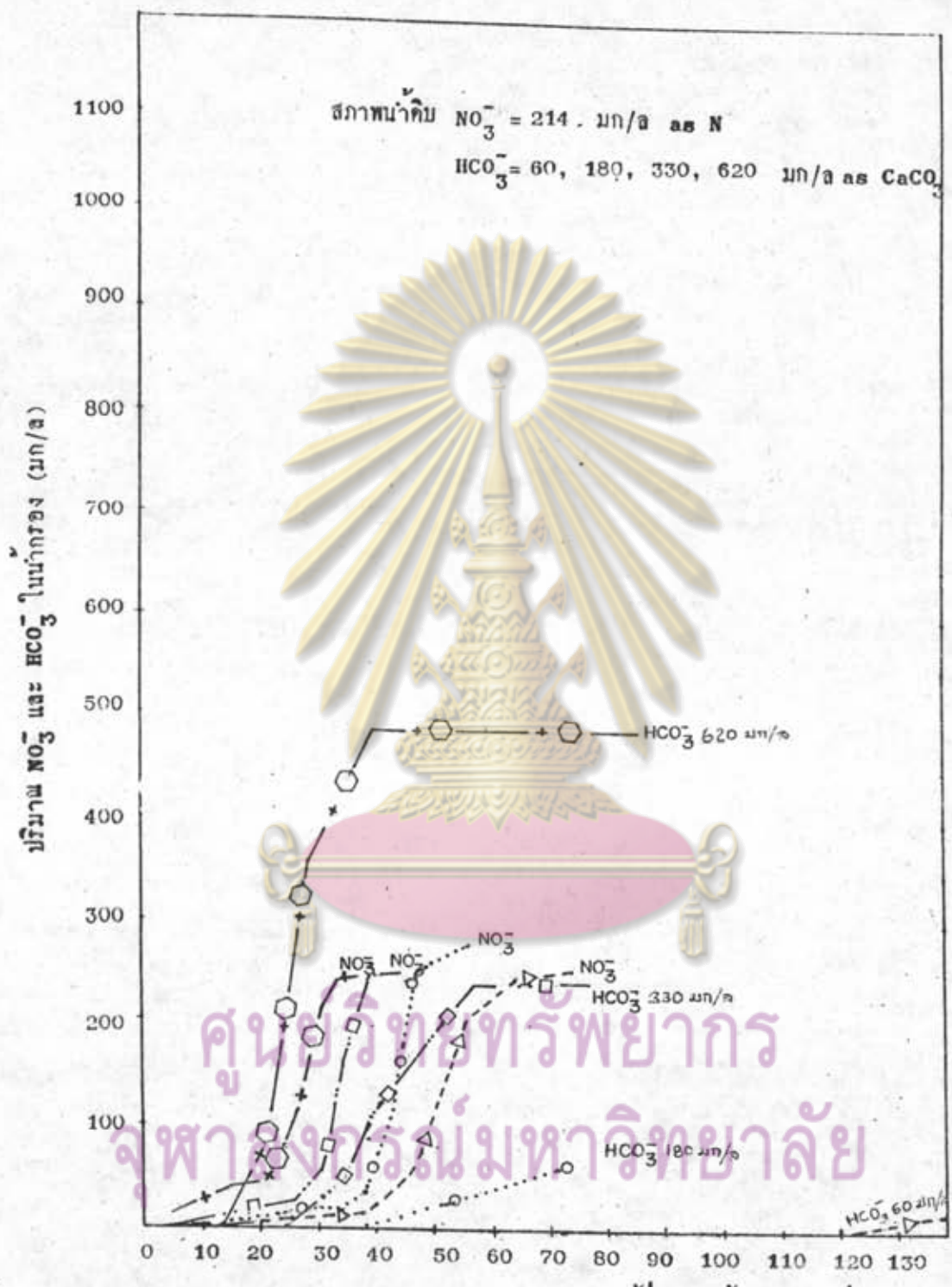




รูปที่ 4.41 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 พื้นกำลังด้วยกรกเกล็ด 8 %



รูปที่ 4.42 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังควบรักษาเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร

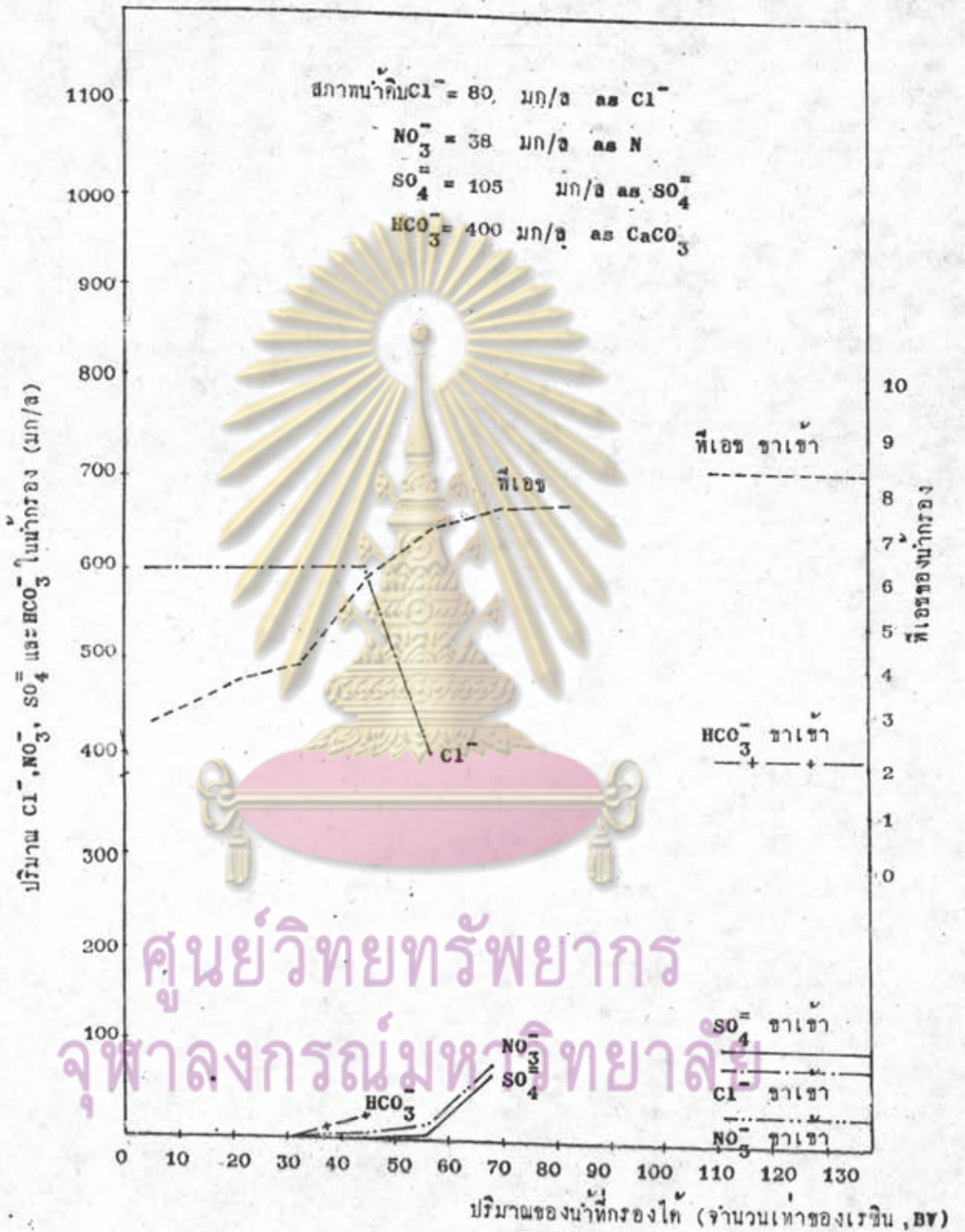


ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปที่ 4.43 แสดงให้เห็นผลของไอออนไนต์ที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต  
 โดยใช้ Amberlite IRA 94 การทดลองจาก รูปที่ 4.39-4.42



รูปที่ 4.44 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่นํ้ากำลังควบกรกเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.45 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กักอ้างด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร



รูปที่ 4.46 แสดงให้เห็นผลของไบคาร์บอเนตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรท Amberlite IRA 94 การทดลองจากรูปที่ 4.44-4.45

#### 4.3 การทดลองพ่นกำลังเรซินด้วยโซดาไฟตามด้วยการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

รูปที่ 4.47 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการพ่นกำลังเรซิน Amberlite IRA 94 ด้วยโซดาไฟ 91 กรัมต่อลิตรของเรซินแต่ไม่มีการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วผ่านน้ำซึ่งมี  $Cl^-$  20 มก/ล,  $NO_3^-$  200 มก/ล,  $SO_4^{2-}$  220 มก/ล และ  $HCO_3^-$  60 มก/ล จะไม่สามารถกำจัดในเทรตได้

รูปที่ 4.48 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการพ่นกำลังเรซิน Amberlite IRA 94 ด้วยโซดาไฟ 46 กรัมต่อลิตรของเรซิน หลังจากชะล้างแล้วผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเวลา 15 นาที แล้วกรองด้วยน้ำซึ่งมีคุณภาพเดียวกันกับการทดลองรูปที่ 4.47 สามารถกำจัดในเทรตได้แต่ไม่มากโดยที่ Capacity เพียงประมาณ 10 BV. การรั่วไหลของอนูมูลขึ้นถึง 20 มก/ล.

รูปที่ 4.49-4.50 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มการพ่นกำลังเรซิน Amberlite IRA 94 ด้วยโซดาไฟเป็น 91 และ 136 กรัมต่อลิตรของเรซินแล้วผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 15 นาที กรองด้วยน้ำซึ่งมีคุณภาพเช่นเดียวกับ Capacity ในการกำจัดในเทรตเพิ่มขึ้นน้อยมาก

รูปที่ 4.51 เช่นเดียวกับการทดลองรูปที่ 4.49 แต่มีการเพิ่มเวลาในการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 15 นาที เป็น 30 นาที จะให้ Capacity ในการกำจัดในเทรตมากขึ้น

รูปที่ 4.52 เมื่อมีการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 30 นาที และเพิ่มความดันในหลอดหม้อกรอง 1 กก/ตร.ซม. คุณภาพของน้ำยังคงเดิมอาจเป็นไปได้ว่าผลต่างความดันยังไม่มากพอ

รูปที่ 4.53 เป็นการเพิ่มเวลาในการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 30 นาที เป็น 60 นาที ภายใต้อัตราความดัน 1 กก/ตร.ซม ไม่ทำให้ Capacity มากขึ้นจากรูปที่ 4.52

รูปที่ 4.54 เป็นการลดค่าซิลเฟตในน้ำคิมสังเคราะห์ลดเหลือ 40 มก/ล จะเห็นได้ว่าทำให้ Capacity เพิ่มมากกว่ารูปที่ 4.51

ผลการทดลองจากรูปที่ 4.47-4.54 จะเห็นได้ว่า

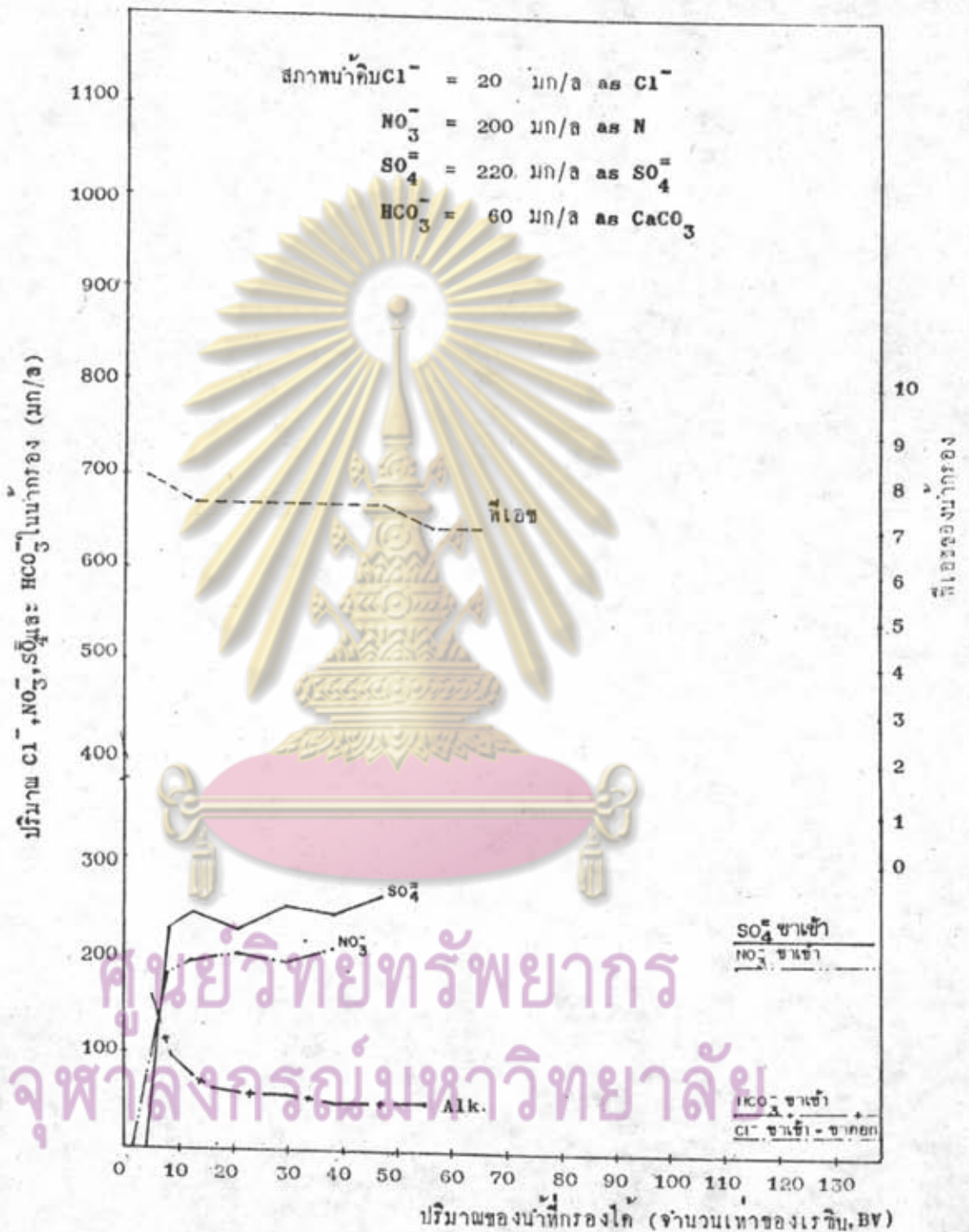
1. Capacity ในการกำจัดในเตรคมี่ค่อนข้างน้อยมากเมื่อเทียบกับการพ่นกำลังเรซินด้วยกรรกเกลือ ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งานจริงซึ่งตรงกันข้ามกับการทดลองของ Michael S. Johnson ที่ใช้ Amberlite IRA 68 มาพ่นกำลังด้วยโซคาไฟ แล้วผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้กำจัดซิลเฟต อาจเป็นไปได้ว่า Amberlite IRA 68 สามารถทำให้อยู่ในรูปของ Bicarbonate Form ได้ดีกว่าเรซินแบบข้างอ่อน ๆ ทั่วไป
2. ไม่สามารถกำจัดคลอไรด์ได้คือ แชนโบคาร์บอเนตไม่สามารถแลกเปลี่ยนกับคลอไรด์ได้จากทุก ๆ การทดลองจะเห็นได้ว่า คลอไรด์ซาเข้าและซาออกคงที่ตลอด
3. การเพิ่มปริมาณโซคาไฟที่โซพ่นกำลังจาก 46 กรัมต่อลิตรของเรซินไปเป็น 91 และ 125 กรัมต่อลิตรของเรซิน ทำให้ Capacity เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย
4. การผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้สามารถกรองในเตรคและซิลเฟตได้อย่างเห็นได้ชัดแต่น้อยมากเมื่อเทียบกับการพ่นกำลังเรซินด้วยกรรกเกลือ
5. เวลาที่เหมาะสมในการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ในช่วงประมาณ 30 นาที การใช้เวลานานกว่านั้นก็ไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
6. การเพิ่มความถี่ระหว่างการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ได้มีความแตกต่างกันนัก
7. เรซินซึ่งพ่นกำลังเรซินด้วยโซคาไฟ และตามด้วยการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถทำงานได้ ที่พีเอชสูงกว่า 7



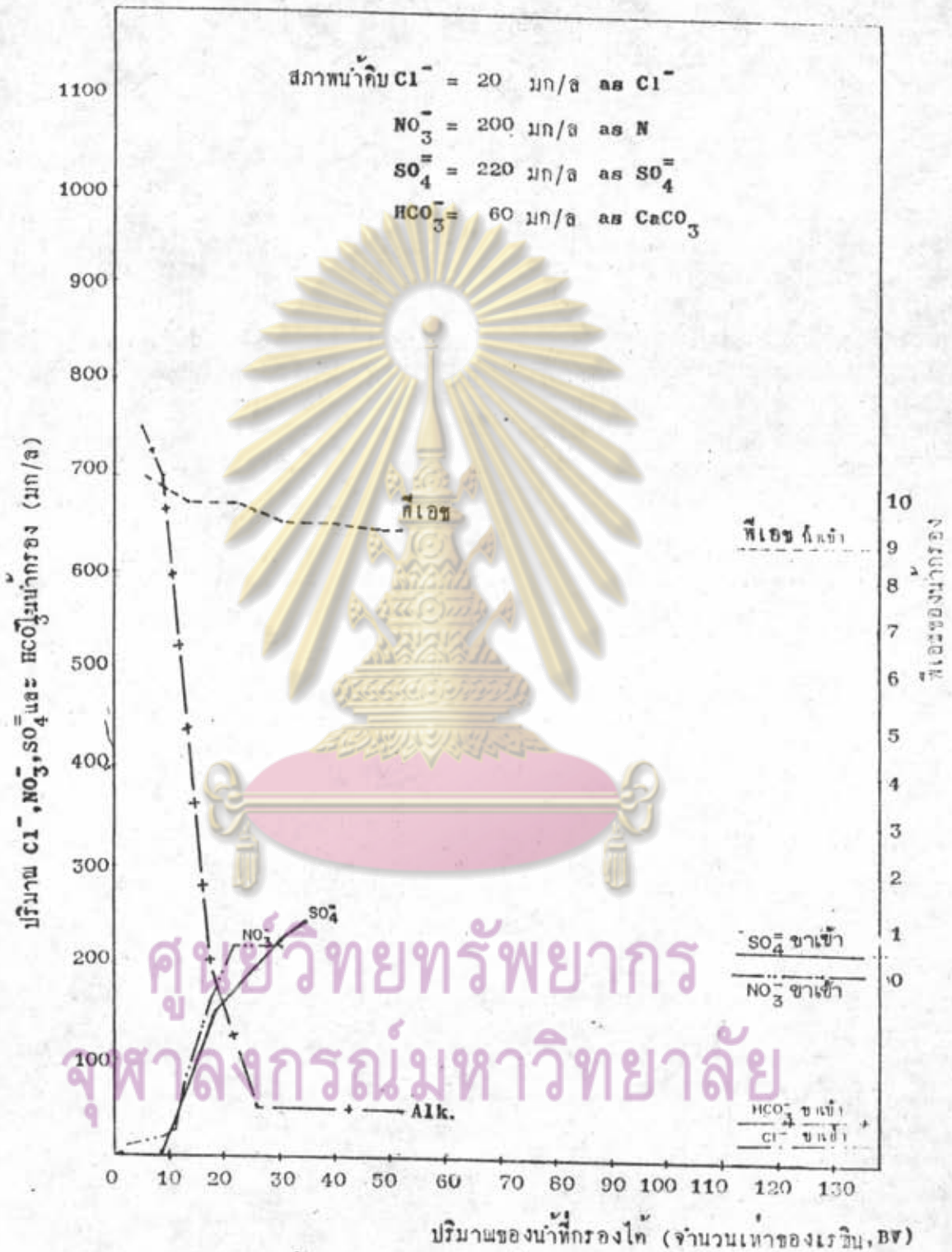
รูปที่ 4.55 เป็นผลการทดลองใช้สารกรอง Duolite A 378 ชั้นกำลัง คัวยโซคาไฟ 125 กรัมต่อลิตรของเรซิน หลังจากชะล้างผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที ที่ความดันบรรยากาศแล้วกรองคัวยน้ำคิบสังเคราะห์ที่มี  $\text{Cl}^-$  20 มก/ล,  $\text{NO}_3^-$  80 มก/ล,  $\text{SO}_4^{2-}$  80 มก/ล และ  $\text{HCO}_3^-$  40 มก/ล ผลการทดลองพบว่ากำจัด ในเตรคได้น้อยมากเช่นเดียวกับ Amberlite IRA 94 จึงไม่ทำการทดลองต่อ

รูปที่ 4.56 เป็นการทดลองใช้เรซิน Kastel A 101 เพื่อยืนยันผล เทียบเคียงกับการทดลองของ Duolite A 378 และ Amberlite IRA 94 เกี่ยวกับการ ฟ้นกำลังคัวยโซคาไฟตามคัวยการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้เห็นผลชัดเจนยิ่งขึ้น จึงใช้น้ำคิบสังเคราะห์มีสารละลายค่า ๆ คือมี  $\text{Cl}^-$  20 มก/ล,  $\text{NO}_3^-$  80 มก/ล,  $\text{SO}_4^{2-}$  80 มก/ล และ  $\text{HCO}_3^-$  40 มก/ล ผลการทดลองพบว่ากำจัดในเตรคได้เพิ่มขึ้นเนื่องจาก สารละลายค่าแต้ก้น้อยมากเมื่อเทียบกับการฟ้นกำลังคัวยกรคเกลือ

รูปที่ 4.57 เป็นการทดลองใช้เรซิน Kastel A 101 เพื่อยืนยันผล เทียบเคียงกับการทดลองของ Duolite A 378 และ Amberlite IRA 94 เกี่ยวกับการ ฟ้นกำลังเรซินคัวยกรคเกลือและเพื่อให้เห็นลักษณะการทำงานของเรซินได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงให้น้ำคิบสังเคราะห์มีสารละลายค่า ๆ คือมี  $\text{Cl}^-$  20 มก/ล,  $\text{NO}_3^-$  80 มก/ล,  $\text{SO}_4^{2-}$  80 มก/ล และ  $\text{HCO}_3^-$  40 มก/ล ฟ้นกำลังคัวยกรคเกลือ 121 กรัมต่อลิตรของเรซิน ซึ่ง จะเห็นได้ชัดขึ้นว่าคลอไรด์ที่ออกมาจะแปรผันตรงกันตามกับค่าพีเอชเนื่องจากคลอไรด์ คายออกมาในรูปของกรคเกลือส่วนปริมาณน้ำที่กรองได้จะมากเนื่องจากมีสารละลายทั้งหมด และใบการบอเนคค่า

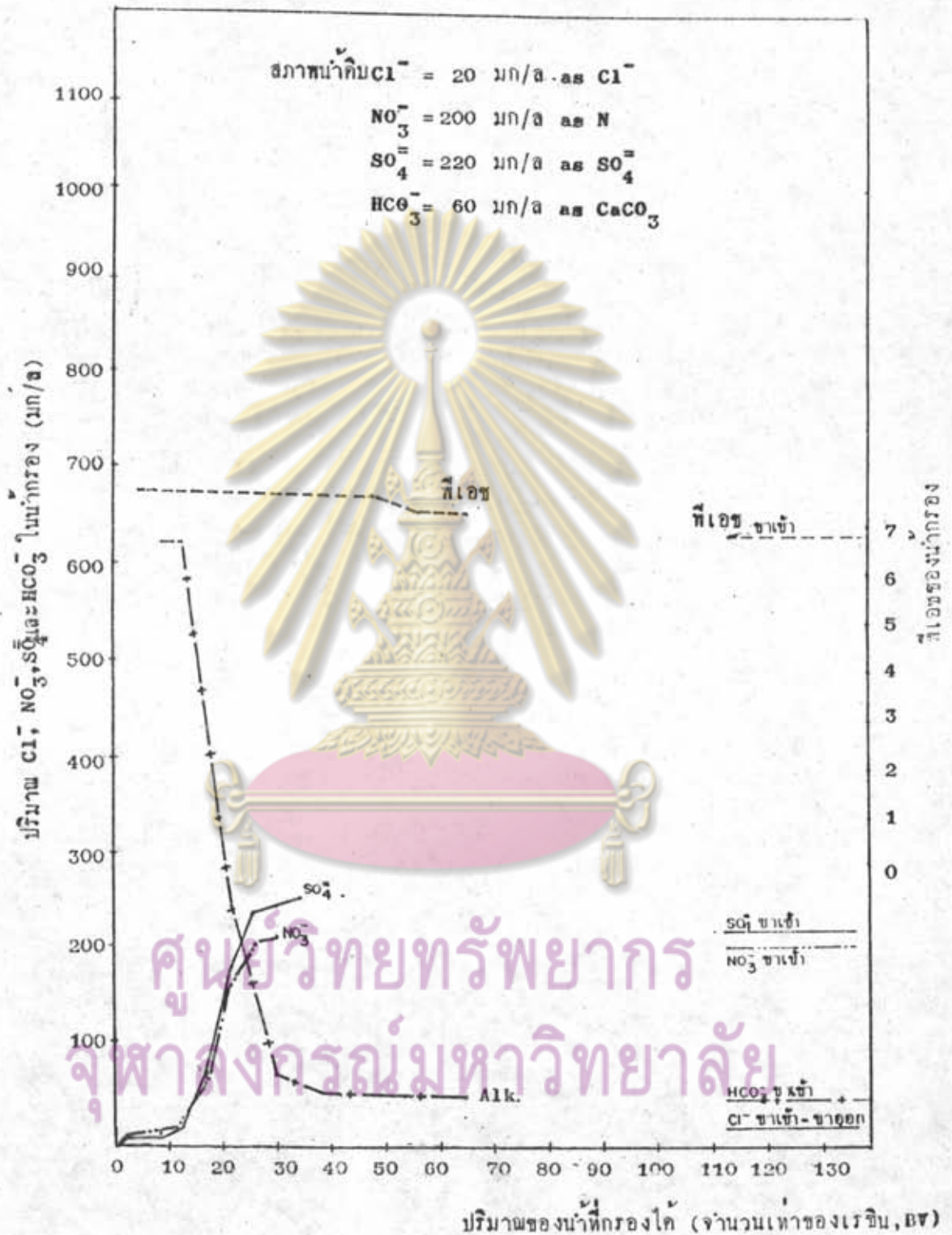


รูปที่ 4.47 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังทัวโซคาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร

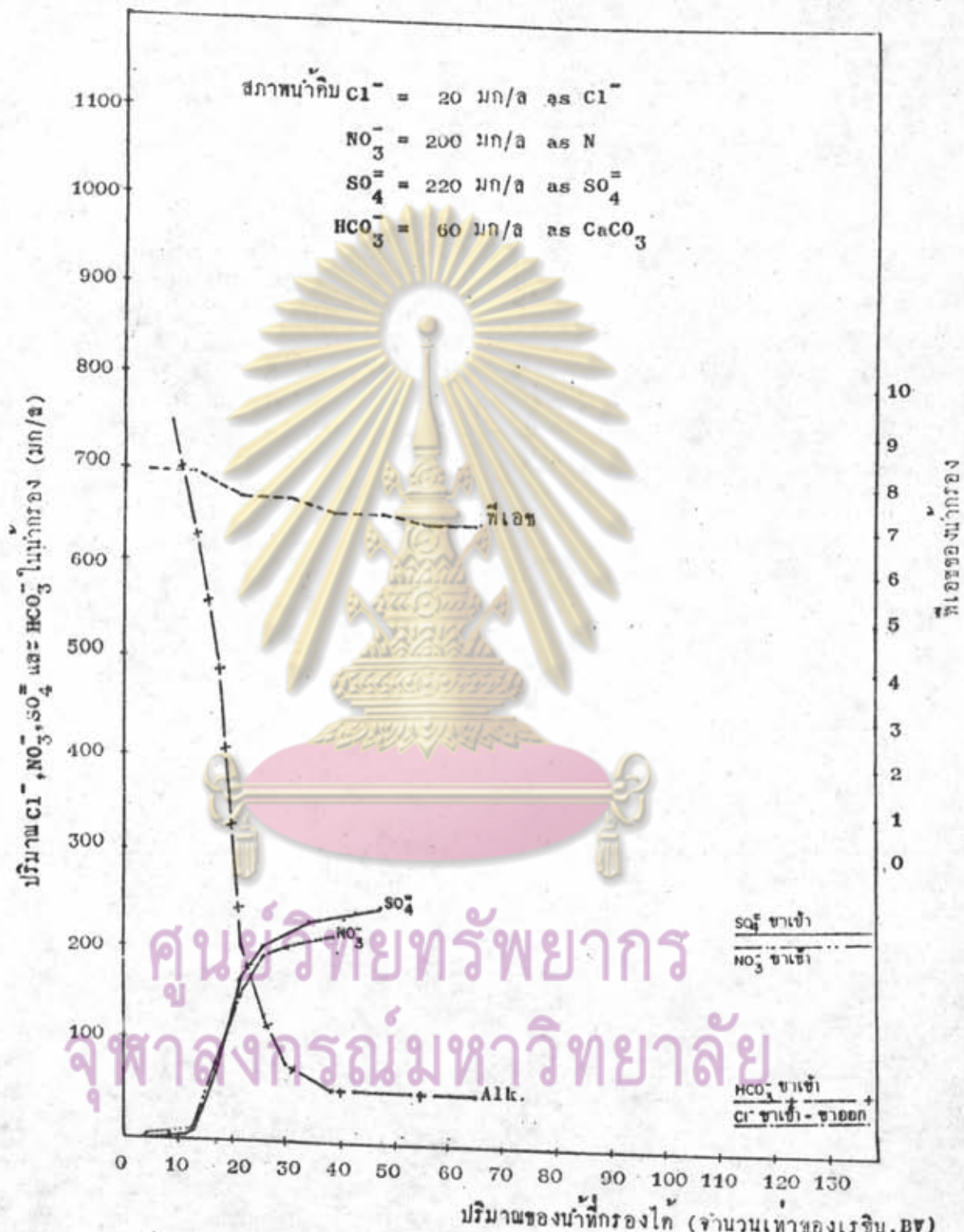


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.48 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 46 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 นาที

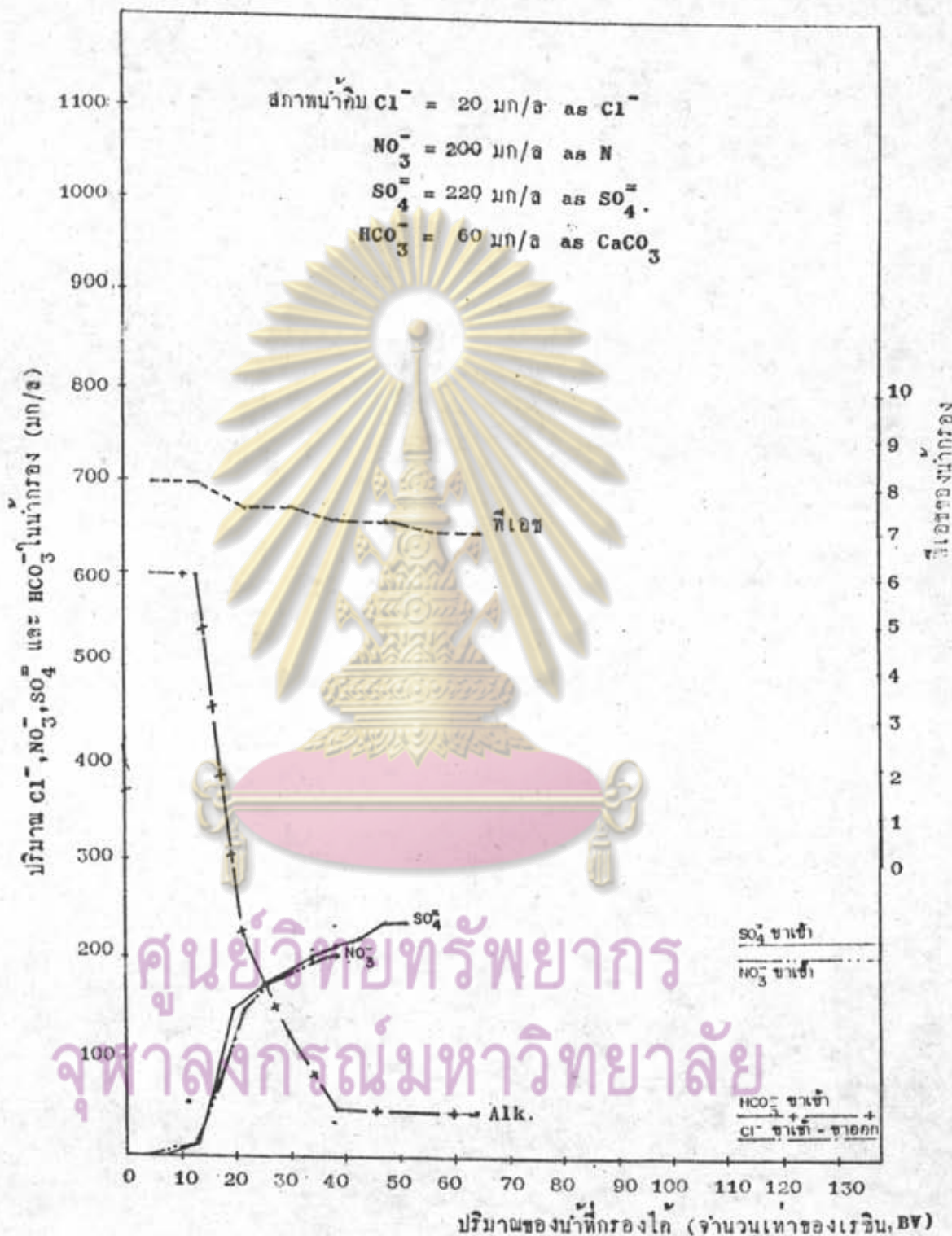


รูปที่ 4.49 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังกัวยโซคาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านถ่านคาร์บอนไดออกไซด์ 15 นาที



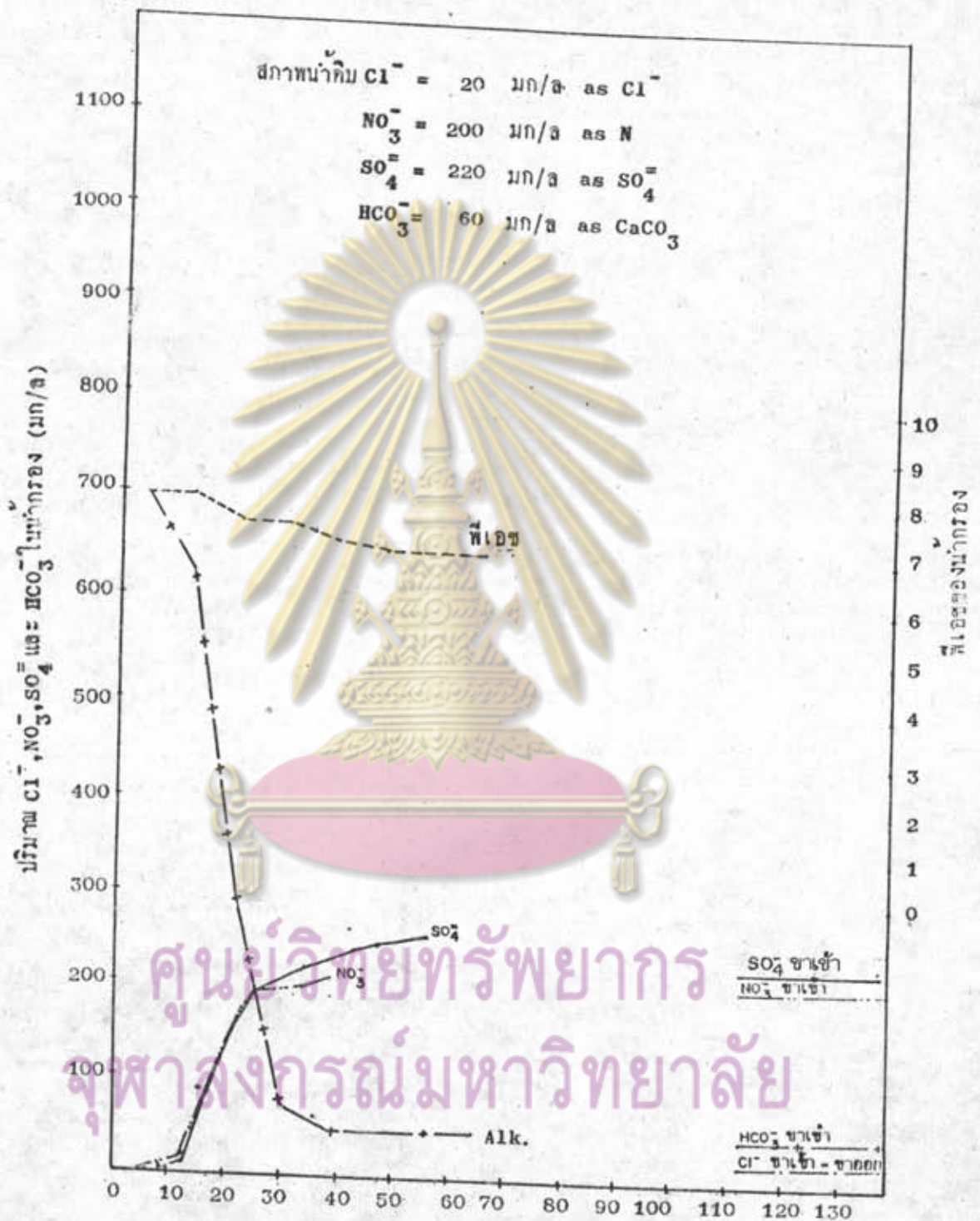
ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.50 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้  
 สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟิล์มกำบังด้วยโซลคาไฟ 4 %  
 136 กรัม/ลิตร ผ่านการคาร์บอนไดออกไซด์ 15 นาที



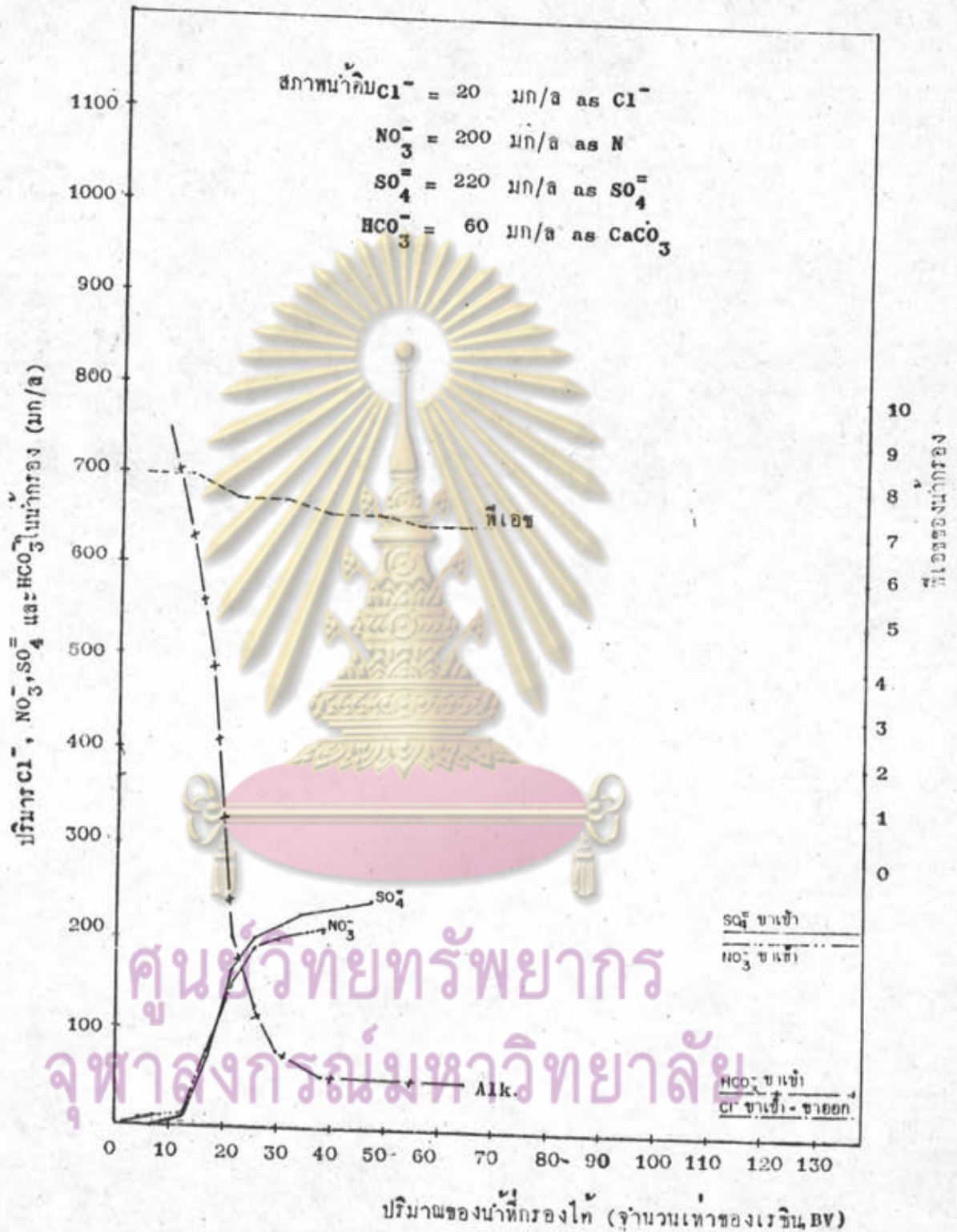
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.51 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ย่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที



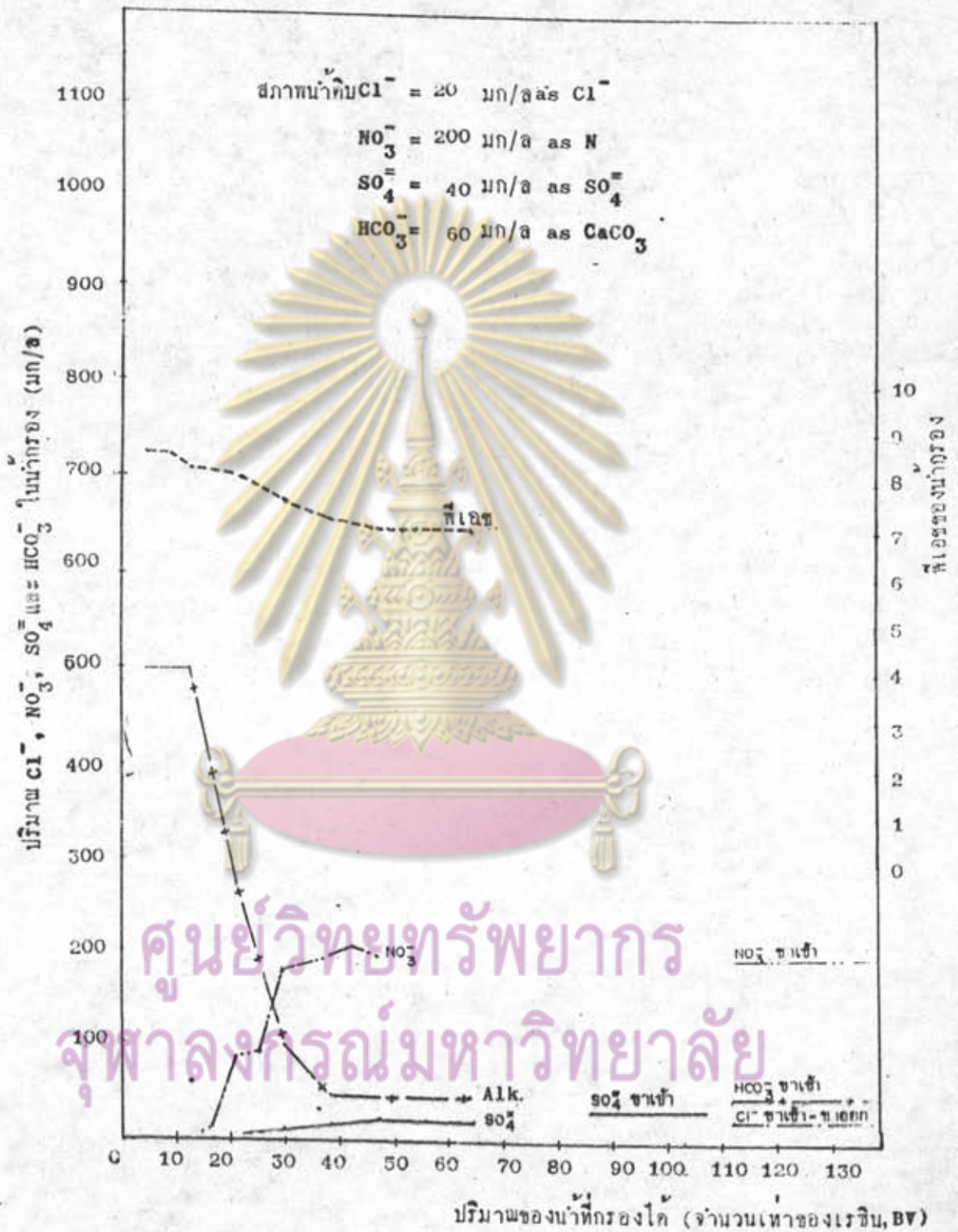
ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.52 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 พื้นกำลังด้วยโซคาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านถังคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที ภายใต้ความดัน 1 กก/ซม<sup>2</sup>



รูปที่ 4.53 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 60 นาที ภายใต้ความดัน 1 กก/ซม<sup>2</sup>





ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

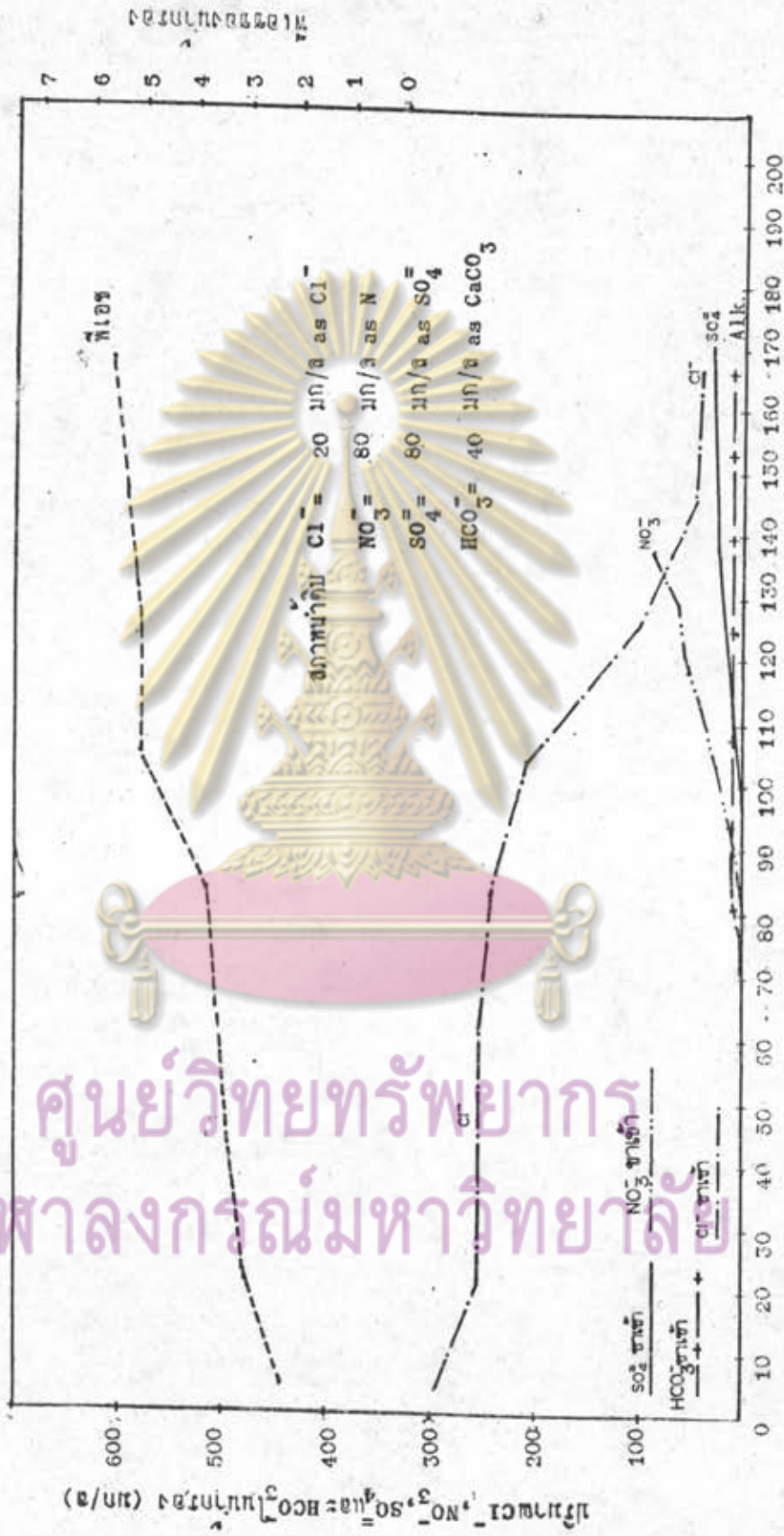
รูปที่ 4.54 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ที่กำลังด้วยโซลาคาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านถ่านคาร์บอนไอออกไซค์ 30 นาที





รูปที่ 4.56 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรองKastel A 101 ที่กำลังช่วยโซคาไฟ 4 % 121 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที





ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย