

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดลองหาภาวะที่เหมาะสมในการกวนผสมของน้ำกับน้ำมันก๊าดให้มีการผสมและแยกชั้นกันได้ดีที่สุด

4.1.1 ความเร็วรอบใบพัดกวนและสัดส่วนการผสมของน้ำกับน้ำมันก๊าดมีผลต่อการกวนผสมกันได้ดี

ผลการกวนผสมของน้ำกับน้ำมันก๊าดที่ได้จากการทดลองตามรูปภาพที่ ก.1 ถึงรูปภาพที่ ก.3 ภาคผนวก ก. พบว่า เวลาที่ใช้ในการกวนผสมและระบบเข้าสู่ภาวะคงที่ (Steady state) ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที

เมื่อพิจารณาระบบของเหลวผสม คือ น้ำกับน้ำมันก๊าด โดยให้น้ำกระจายเข้าไปในของเหลวผสม ในทางทฤษฎี ถือว่าปริมาณน้ำในของเหลวผสมมีค่าเท่ากับภาวะเริ่มต้น

ผลการกวนผสมของน้ำกับน้ำมันก๊าดที่ภาวะคงที่ในรูปค่า K คือ ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม

$$\text{ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, } K = \frac{(V_{WE} / V_{ME})}{(V_{WT} / V_{MT})} \quad (1)$$

ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K เท่ากับ 1 ถือว่าเป็นภาวะที่เหมาะสมในการกวนผสมได้ดี ซึ่งน้ำกับน้ำมันก๊าดจะมีการกระจายตัวผสมกันได้ดีเท่ากับที่สัดส่วนเริ่มต้น และคงที่สม่ำเสมอทุกจุดตลอดถึงกวน

ผลของความเร็วยรอบใบพัดกวนค่าต่างๆให้ผลการผสมกันของน้ำกับน้ำมันก๊าดที่ผสมกันได้ดีและผสมกันได้ไม่ดีนั้น เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ผสมกันของของเหลวในถังกวนสัมพันธ์กับสมการไร้นิ้วนัย (Dimensional analysis) คือค่า เลขเรย์โนลด์ (Reynolds number, Re) [21]

$$Re = \frac{\rho DV}{\mu} \quad (2)$$

Laity [14] ได้เสนอสมการการหาค่าความหนาแน่นเฉลี่ย และค่าความหนืดเฉลี่ยของของเหลวที่มากกว่า 1 ชนิดขึ้นไปเป็นของเหลวแยกชั้นไม่ผสมกัน โดยเสมือนเป็นของเหลวชนิดเดียว และประมาณค่าเฉลี่ยโดยการถ่วงน้ำหนักด้วยสัดส่วนปริมาตรของของเหลวในระบบคือ

$$\rho_{av} = \rho_w X_w + \rho_o X_o \quad (3)$$

$$\mu_{av} = \mu_w X_w + \mu_o X_o \quad (4)$$

ในระบบดังกล่าวพิจารณาที่ภาวะคงที่ (steady state) เมื่อ D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ, V คือ ความเร็วที่ปลายใบพัดกวน ซึ่งเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อกับความเร็วจรอบใบพัดกวน

$$V = DN \quad (5)$$

เมื่อแทนค่า ρ_{av} , μ_{av} และ V ในสมการ 2 จะได้สมการ การคำนวณค่าเลขเรย์โนลด์ในระบบดังกล่าว

$$Re = \frac{\rho_{av} D^2 N}{\mu_{av}} \quad (6)$$

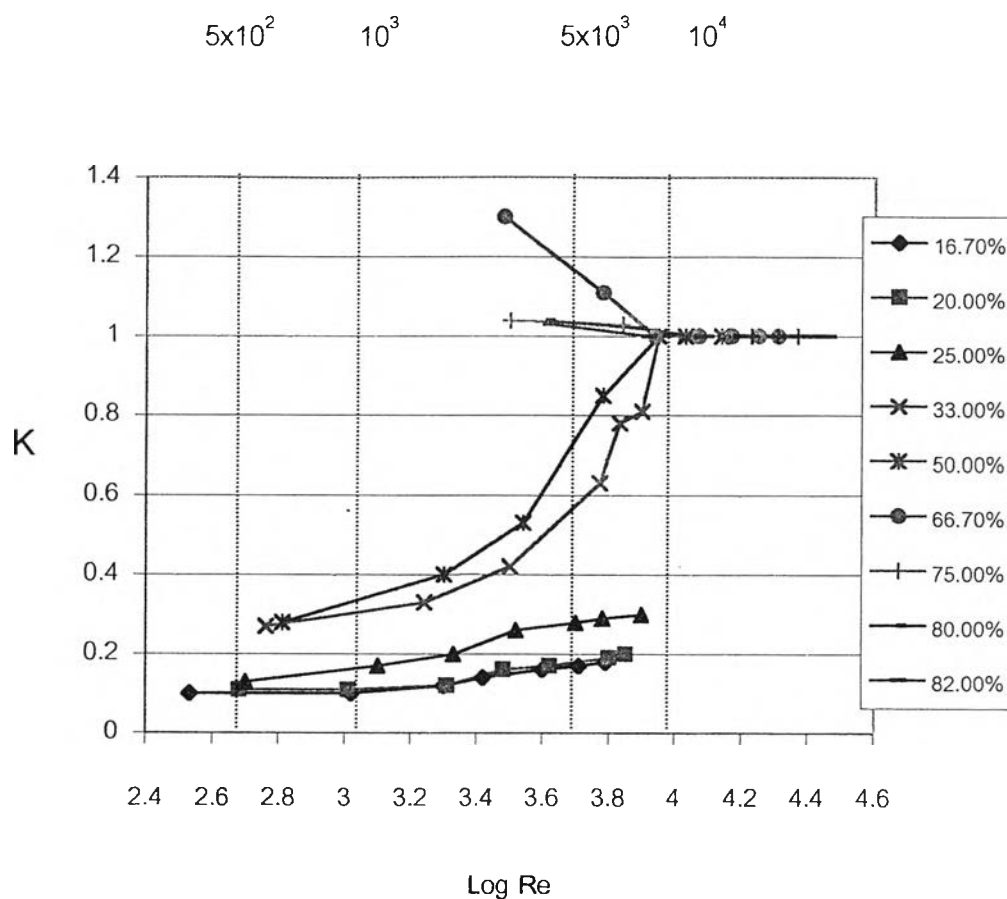
Rushton [13] และ Laity [14] ได้ศึกษากำลังที่ใช้ในการกวนผสมของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ผสมกันให้มีการกระจายตัวผสมกันได้ดี โดยการประมาณจากค่าเลขเรย์โนลด์ ตั้งแต่ 10,000 ขึ้นไปถือว่าของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ผสมกันมีการกระจายตัวผสมกันได้ดี

รูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อปริมาณน้ำในของเหลวผสมเป็น 16.7% , 20% , 25% และ 33% คือมีปริมาณน้ำน้อยกว่าน้ำมันก๊าด การกวนผสมให้น้ำกระจายเข้าไปในน้ำมันก๊าดต้องใช้กำลังในการกวนผสมมากขึ้นเนื่องจากผลของความหนาแน่นลดลงและความหนืดเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันก๊าดที่เพิ่ม ที่ความเร็วรอบสูงสัดส่วนกระจายตัวผสมกันจะดีกว่าที่ความเร็วรอบต่ำกว่าแต่การผสมกันยังคงไม่ดีหรือพิจารณาค่าเลขเรย์โนลด์เพิ่มขึ้นค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสมเพิ่มเช่นกัน โดยสัดส่วนการกระจายตัวผสมกันไม่สม่ำเสมอพิจารณาได้จาก ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K ไม่เท่ากับ 1 ยกเว้นปริมาณน้ำในของเหลวผสมเป็น 33 % ที่ความเร็วรอบ 700 รอบ/นาที ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K เท่ากับ 1 ถือว่ามีการกระจายตัวผสม

กันได้ดี และค่าลอกการิทึมของเลขเรย์โนลด์์ประมาณ 3.9 หรือค่าเลขเรย์โนลด์์มีค่าประมาณตั้งแต่ 8,000 ขึ้นไป

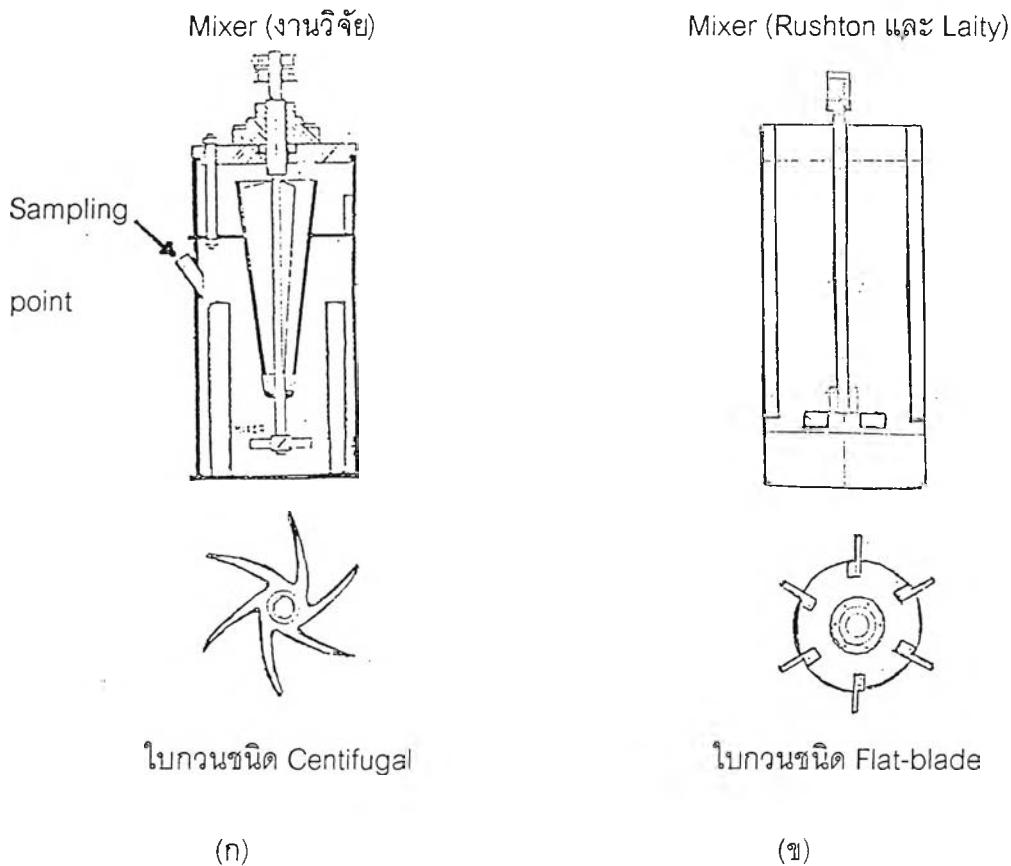
เมื่อปริมาณน้ำในของเหลวผสมเพิ่มขึ้นเป็น 50% คือมีปริมาณน้ำเท่ากับน้ำมันก๊าด การกวนผสมความเร็วรอบตั้งแต่ 500, 600 และ 700 รอบ/นาที น้ำกับน้ำมันก๊าดจะมีการกระจายตัวได้เป็นสัดส่วนเท่ากันและคงที่ตลอดถึงกวน โดยค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K เท่ากับ 1 หรือพิจารณาว่าเลขเรย์โนลด์์มีค่าประมาณตั้งแต่ 8,000 ขึ้นไป ส่วนที่ความเร็วรอบต่ำกว่า 500 รอบ/นาที คือ 100, 200, 300 และ 400 รอบ/นาที ที่ความเร็วรอบสูงการกระจายตัวผสมกันได้ดีกว่าความเร็วต่ำกว่า แต่การผสมกันยังคงไม่ดีพิจารณาได้จากค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม K ไม่เท่ากับ 1 ดีหรือค่าเลขเรย์โนลด์์มีค่าต่ำกว่า 8,000

เมื่อปริมาณน้ำในของเหลวผสมเพิ่มขึ้นเป็น 66.7%, 75%, 80% และ 82% คือมีปริมาณน้ำมากกว่าน้ำมันก๊าด การกวนผสมให้น้ำมันก๊าดกระจายเข้าไปในน้ำใช้กำลังในการกวนผสมน้อยกว่ากรณีน้ำน้อยกว่าน้ำมันก๊าด เนื่องจากผลของความหนาแน่นเพิ่มขึ้นและความหนืดลดลงตามสัดส่วนของน้ำที่เพิ่ม ความเร็วรอบตั้งแต่ 300 รอบ/นาทีขึ้นไป มีการกระจายตัวผสมกันได้ดีสัดส่วนการกระจายตัวผสมกันคงที่ตลอดถึงกวน โดยพิจารณาได้จาก ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K เท่ากับ 1 ยกเว้นปริมาณน้ำในของเหลวผสมเป็น 82 % ที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 200 รอบ/นาที ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K เท่ากับ 1 ถือว่ามีการกระจายตัวผสมกันได้ดี ค่าเลขเรย์โนลด์์มีค่าประมาณตั้งแต่ 8,000 ขึ้นไป



รูปที่ 4.1 แสดงผลค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม , K กับค่าลอกการวิที่มของเลขเรย์โนลด์ , Log Re ที่ปริมาณน้ำในของเหลวผสม(%)ต่างๆ

วิเคราะห์ผลการทดลองเมื่อเพิ่มความเร็วรอบใบพัดกวนขึ้นจนถึงค่าความเร็วรอบที่ทำให้การผสมของน้ำกับน้ำมันก๊าด มีสัดส่วนการกระจายตัวผสมกันได้ดีคงที่สม่ำเสมอ ค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K เท่ากับ 1 นั้น ค่าเลขเรย์โนลด์ตั้งแต่ 8,000 ขึ้นไป ถือว่ามีการผสมกันได้ดี ซึ่งค่าเลขเรย์โนลด์ผลการวิจัย น้อยกว่าของ Rushton และ Laity ที่ได้เสนอว่าการกวนผสมกันได้ดี จะมีค่า เลขเรย์โนลด์ ตั้งแต่ 10,000 นั้น ผลที่ได้แตกต่างกันนั้นเนื่องจากความแตกต่างของระบบถังกวนและชนิดของใบพัดกวน ดังรูป 4.2(ก) คือ งานวิจัยถังกวนมีแผ่นบัฟเฟอร์ ที่ติดตั้งตำแหน่งกันถึงตลอดแนวความสูงของถัง และใบพัดกวนจะมีคลิบบิ้นออกมาที่แกนใบกวน 4 แฉก ใบพัดกวนเป็นชนิด 6 แฉกเรียกว่า ชนิด Centifugal รูป 4.2(ข) ส่วนของ Rushton และ Laity นั้นมีแผ่นบัฟเฟอร์ที่ถังกวนเช่นกัน แต่ติดตั้งห่างจากกันถึงอยู่ระดับเดียวกับปลายใบกวน และมีเฉพาะใบกวนติดอยู่ที่ปลายแกนใบกวนเป็นแผ่น เรียกว่า ชนิด Flat-blade รูป 4.2(ก) ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างงานวิจัยเก็บตัวอย่างตำแหน่งเดียวที่กึ่งกลางถัง ซึ่งอาจต่างจากของ Rushton และ Laity ทำให้ค่าเลขเรย์โนลด์ต่างกัน



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบระบบถังกวนและใบพัดกวน(ก) งานวิจัย ,(ข) งานของ Rushton และ Laity

ตาราง 4.1 ผลของค่า K , ρ_{av} , μ_{av} , V และ Re ของระบบน้ำกับน้ำมันก๊าด โดยคำนวณค่าการทดลองกราฟที่ ก.1 ถึง กราฟ ก.3 ภาคผนวก ก. ที่ภาวะคงที่

ปริมาณน้ำ ในของเหลว ผสม (%)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	K	ρ_{av} (kg/m^3)	μ_{av} (Cp)	$V \times 10^{-5}$ (m^2/s)	Re
16.70%	100	0.10	799.91	13.28	1.6	340
	200	0.10	806.30	9.00	1.10	1,040
	300	0.10	806.30	9.00	1.10	2,000
	400	0.14	810.56	7.33	0.90	2,650
	500	0.16	814.82	6.14	0.70	4,000
	600	0.17	816.95	5.66	0.70	5,180
	700	0.18	819.08	5.45	0.60	6,210
20.00%	100	0.11	806.30	10.11	1.20	480
	200	0.11	806.30	9.50	1.20	1,020
	300	0.12	808.43	7.10	0.80	2,050
	400	0.16	814.82	6.40	0.70	3,060
	500	0.17	816.95	5.90	0.60	4,150
	600	0.19	819.08	5.10	0.60	5,780
	700	0.20	821.21	4.90	0.60	7,040
25.00%	100	0.13	810.00	10.01	1.20	490
	200	0.17	816.95	8.85	1.10	1,200
	300	0.20	823.34	6.90	0.80	2,150
	400	0.26	829.73	6.10	0.70	3,300
	500	0.28	831.86	5.45	0.70	4,580
	600	0.29	834.00	4.90	0.60	6,130
	700	0.30	826.14	4.50	0.60	7,720
33.00 %	100	0.27	829.73	8.52	1.00	580
	200	0.33	838.25	6.80	0.80	1,730
	300	0.42	848.90	6.06	0.70	3,020
	400	0.63	848.50	6.00	0.70	5,850
	500	0.78	848.00	5.49	0.70	6,850
	600	0.81	853.16	5.20	0.70	7,620
	700	1.00	857.26	4.00	0.70	9,010

ตาราง 4.1 (ต่อ)

50.00%	100	0.28	812.69	14.38	1.70	640
	200	0.40	825.47	9.52	1.40	1040
	300	0.53	869.53	4.58	0.50	3470
	400	0.85	882.98	3.50	0.40	6060
	500	1.00	891.50	3.00	0.30	9000
	600	1.00	891.50	3.00	0.30	10690
	700	1.00	891.50	3.00	0.30	13750
66.70%	100	1.30	938.36	1.78	0.20	3,069
	200	1.11	934.10	1.85	0.20	6,050
	300	1.00	932.70	1.86	0.20	8,830
	400	1.00	927.71	1.89	0.20	11,780
	500	1.00	927.71	1.89	0.20	14,720
	600	1.00	927.71	1.89	0.20	17,760
	700	1.00	927.71	1.89	0.20	20,620
75.00%	100	1.04	946.88	1.63	0.20	3,149
	200	1.03	946.88	1.63	0.20	6,930
	300	1.00	944.75	1.63	0.20	10,180
	400	1.00	944.75	1.67	0.20	13,850
	500	1.00	944.75	1.67	0.20	16,950
	600	1.00	944.75	1.67	0.20	20,360
	700	1.00	944.75	1.67	0.20	23,760
80.00%	100	1.04	961.79	1.41	0.15	4,090
	200	1.02	957.53	1.47	0.15	7,810
	300	1.00	955.40	1.50	0.15	11,410
	400	1.00	955.40	1.50	0.15	15,290
	500	1.00	955.40	1.50	0.15	19,100
	600	1.00	955.40	1.50	0.15	22,900
	700	1.00	955.40	1.50	0.15	26,790
82.00%	100	1.03	963.92	1.38	0.14	4,190
	200	1.00	963.85	1.38	0.14	8,300
	300	1.00	962.25	1.39	0.14	12,450
	400	1.00	962.25	1.39	0.14	16,620
	500	1.00	962.25	1.39	0.14	20,760
	600	1.00	962.25	1.39	0.14	24,920
	700	1.00	962.25	1.39	0.14	29,080

4.2 ผลการทดสอบภาวะที่เหมาะสมในการกวนผสมของน้ำกับ%ตัวสกัดในน้ำมัน ก๊าด(%TBP และ %VA10) ความเข้มข้น (10% ถึง 40%) โดยปริมาตร

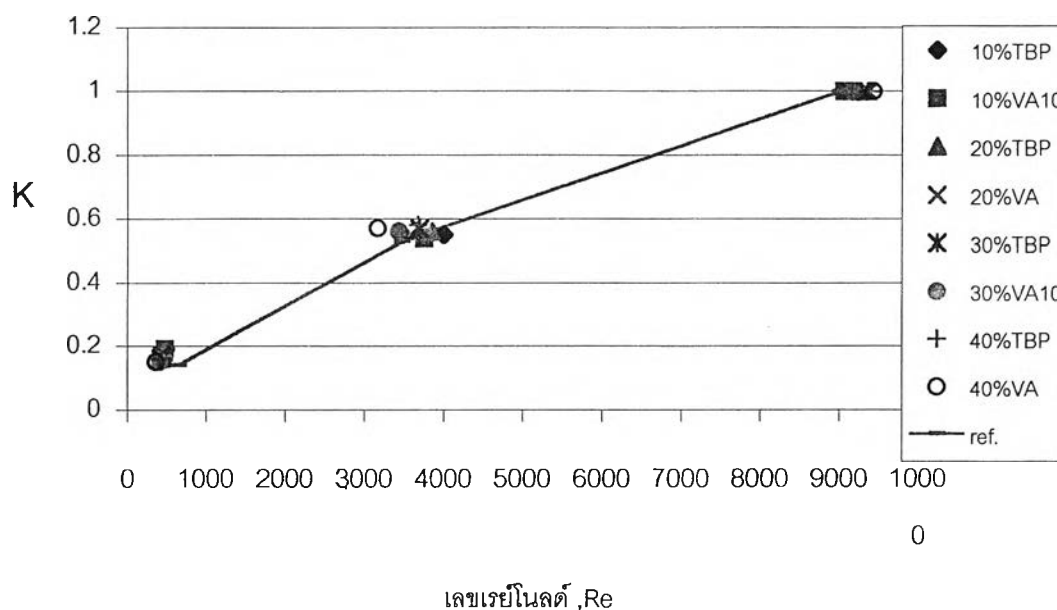
เลือกทำการศึกษาโดยจำลองแบบการทดลองหาภาวะที่เหมาะสมในการผสมกันได้ดีของ ปริมาณน้ำในของเหลวผสมเท่ากับ 50% ที่ความเร็วรอบใบพัดกวน 500 รอบ/นาที เปรียบเทียบกับ ความเร็วรอบใบพัดกวนที่ผสมกันไม่ได้ไม่ตี คือ 100 และ 300 รอบ/นาที

การทดสอบภาวะที่เหมาะสมนี้ เพื่อใช้เป็นภาวะในการแยกซีเรียม(Ce) เลือกศึกษาเฉพาะ ปริมาณน้ำในของเหลวผสม เท่ากับ 50% ที่ความเร็วรอบใบพัดกวนต่ำสุดในการกระจายตัวผสม ได้ดีคือ 500 รอบ/นาที เพราะจากการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่ำกว่า 600 และ 700 รอบ/นาที

ความเร็วรอบ(รอบ/นาที)	100	200	300	400	500	600	700
กำลังไฟฟ้า (W / hr.)	0.01	0.75	2.53	6.00	11.69	20.20	32.07

ผลการกวนผสมของน้ำกับน้ำมันก๊าดที่ได้จากการทดลองตามรูปกราฟที่ก.4ในภาคผนวก ก. พบว่า เวลาที่ใช้ในการกวนผสมและระบบเข้าสู่ภาวะคงที่ (Steady state) ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 30 นาทีเช่นกันกับการกวนผสมน้ำกับน้ำมันก๊าด

รูปที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบผลการผสมของ น้ำกับ %TBP (10% ถึง 40%) และ น้ำกับ %VA10 (10% ถึง 40%) พบว่าที่ความเร็วรอบใบกวน 500 รอบ/นาที การกระจายตัวผสมกันของ น้ำกับตัวสกัดทั้งสองชนิด ความเข้มข้น (10% ถึง 40%) มีค่าการกระจายน้ำในของเหลว, K เท่ากับ 1 ถือว่าผสมกันได้ดีและผสมกันได้เป็นสัดส่วนเท่ากันและคงที่อย่างสม่ำเสมอตลอดถึงกวน และ ค่าเลขเรย์โนลด์มีค่าสูงกว่า 8,000 ขึ้นไป แต่ที่ความเร็วรอบใบกวน 100 และ 300 รอบ/นาที สัดส่วนการกระจายตัวผสมกันไม่คงที่สม่ำเสมอกระจายตัวผสมกันของน้ำกับน้ำมันก๊าดที่ 300 รอบ/ นาที ต่ำกว่าที่ 100 รอบ/นาที แต่ยังคงผสมกันไม่ได้ไม่ตี โดยค่าการกระจายน้ำในของเหลว, K ไม่เท่ากับ 1 ซึ่งถือว่าการผสมกันไม่ได้ไม่ตี และค่าเลขเรย์โนลด์มีค่าต่ำกว่า 8,000 ด้วยเช่นกัน



รูปที่ 4.3 แสดงค่าการกระจายน้ำในของเหลวผสม, K กับค่าเลขเรย์โนลด์, Re ของตัวสกัดทั้ง 2 ชนิด (ref. การผสมระบบน้ำกับน้ำมันก๊าด)

วิเคราะห์ผลดังตารางที่ 4.2 พบว่าช่วงความเข้มข้น (10% ถึง 40%) ของตัวสกัดทั้งสองชนิดคือ %TBP ในน้ำมันก๊าด และ %VA10 น้ำมันก๊าด ที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที ให้ผลการกวนผสมได้ดีเหมือนกับการผสมของน้ำกับน้ำมันก๊าดนั้น เมื่อมีการผสมตัวสกัดในน้ำมันก๊าดตัวสกัดทั้งสองชนิดจะละลายตัวผสมได้ดีกับน้ำมันก๊าด และจากผลของคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที ความหนาแน่น ความหนืดของการผสม น้ำกับ %TBP (10% ถึง 40%) และ น้ำกับ %VA10 (10%-40%) มีค่าไม่ต่างกันมากนักกับของ น้ำกับน้ำมันก๊าด แต่ ความหนาแน่น มีค่าเพิ่มขึ้น เพราะตัวสกัดทั้ง 2 ชนิด มีความหนืดไกล้น้ำมันก๊าด ส่วนความหนาแน่นมีค่าไกล้น้ำ จึงมีผลให้ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที ที่ให้ผลการกวนผสมน้ำกับน้ำมันก๊าดได้ดี ยังคงให้ผลการผสมของ น้ำกับตัวสกัดทั้ง 2 ชนิดได้ดีเช่นกัน ผลการกวนผสมได้ดีที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที ช่วงความเข้มข้น (10% ถึง 40%)

ตาราง 4.2 ผลของค่า K , ρ_{av} , μ_{av} , V และ Re ของระบบน้ำกับ %ตัวสกัดในน้ำมันก๊าด โดย ปริมาณน้ำในของเหลวผสมเท่ากับ 50% คำนวณค่าในการทดลองรูปกราฟที่ ก.4 ภาค ผนวก ก.ที่ภาวะคงที่

	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	K	ρ_{av} (kg/m ³)	μ_{av} (Cp)	$V \times 10^{-5}$ (m ² /s)	Re
10%TBP	100	0.19	833.36	10.37	1.20	480
	300	0.55	860.80	5.17	0.60	4,000
	500	1.00	910.37	3.06	0.30	9,220
10%VA10	100	0.19	823.28	10.54	1.30	470
	300	0.54	850.52	5.44	0.60	3,750
	500	1.00	894.00	3.06	0.30	9,055
20%TBP	100	0.18	851.81	10.91	1.30	460
	300	0.56	875.17	5.45	0.40	3,850
	500	1.00	911.50	3.05	0.30	9,263
20%VA10	100	0.17	833.95	11.47	1.40	430
	300	0.55	859.04	5.75	0.70	3,580
	500	1.00	901.50	3.05	0.30	9,165
30%TBP	100	0.16	864.70	12.35	1.40	420
	300	0.57	884.85	5.75	0.60	3,690
	500	1.00	920.50	3.05	0.30	9,354
30%VA10	100	0.15	844.06	12.51	1.50	410
	300	0.56	867.33	6.07	0.70	3,430
	500	1.00	908.50	3.05	0.30	9,165
40%TBP	100	0.16	881.04	12.35	1.40	420
	300	0.58	900.08	5.75	0.60	3,670
	500	1.00	930.00	3.07	0.30	9,390
40%VA10	100	0.15	826.11	13.58	1.60	360
	300	0.57	880.34	6.47	0.70	3,170
	500	1.00	918.50	3.08	0.30	9,430

4.3 การสกัดซีเรียม (Ce)

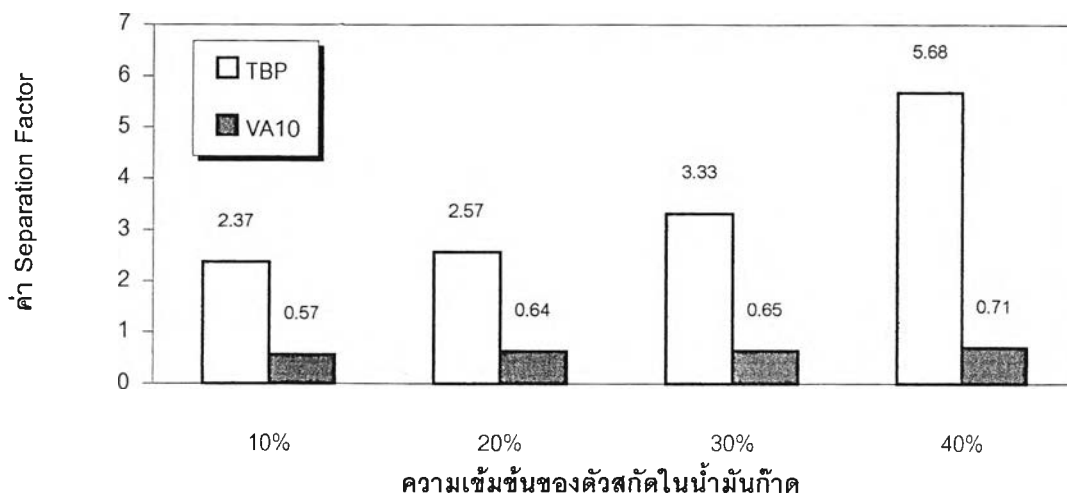
4.3.1 ความเข้มข้นและชนิดของตัวสกัดมีผลต่อการสกัดแยกซีเรียม (Ce)

ผลการสกัดแยกซีเรียม (Ce) ออกจากแร่เอิร์ทผสม (Ln) ผลการทดลองที่ได้จากตาราง ก.9 ถึงตาราง ก.10 ภาคผนวก ก.จะมี Ce และแร่เอิร์ทตัวอื่นๆถูกสกัดออกมา เมื่อ Ln คือแร่เอิร์ทตัวอื่นๆยกเว้น Ce

กราฟ 4.5 แสดงผลการสกัด Ce ในรูปค่า Separation factor เปรียบเทียบระหว่าง TBP กับ VA10 ที่ความเข้มข้นระหว่าง 10% ถึง 40% ซึ่งตัวสกัด TBP มีค่า Separation factor สูงกว่า VA10 พบว่า ค่า Separation factor ของตัวสกัด TBP จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ TBP ในน้ำมันก๊าดเพิ่ม และทุกความเข้มข้นมีค่ามากกว่า 1 ส่วน VA10 ค่า Separation factor เพิ่มขึ้นน้อยมากและทุกความเข้มข้นมีค่าต่ำกว่า 1

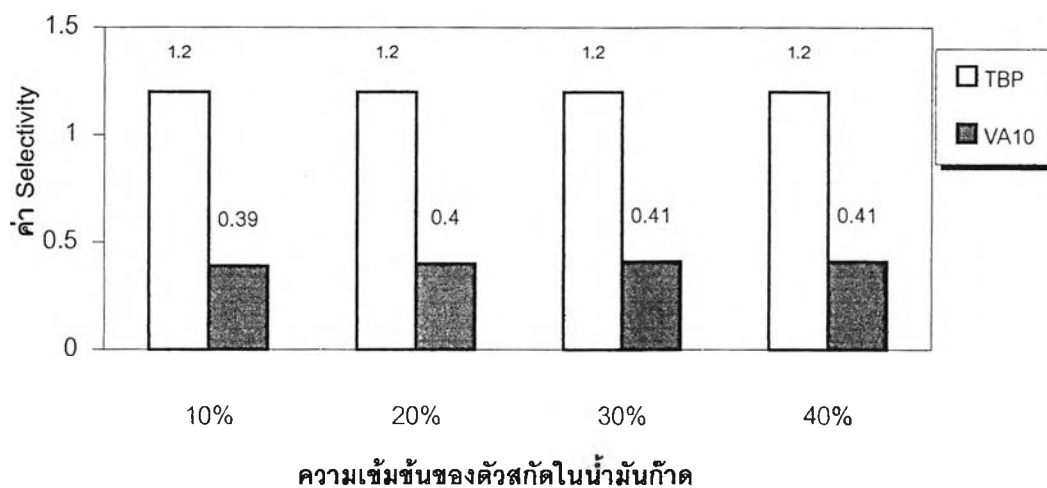
ค่า Separation factor คือค่าที่แสดงว่าตัวสกัดที่ใช้มีความสามารถในการสกัดแยกสารออกจากกัน ค่า Separation factor สูงกว่า 1 เป็นต้นไป [15]

$$\text{Separation Factor} = \frac{C_{Ce}^E}{C_{Ce}^R} \times \frac{C_{Ln}^R}{C_{Ln}^E} \quad (7)$$



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบค่า Separation factor (Ce-Ln) ระหว่างตัวสกัด 2 ชนิด

รูปที่ 4.5 แสดงผลการสกัด Ce ในรูปค่า Selectivity เปรียบเทียบระหว่าง TBP กับ VA10 ที่ความเข้มข้นระหว่าง 10% ถึง 40% พบว่าตัวสกัด TBP มีค่า Selectivity สูงกว่า VA10 แต่เมื่อความเข้มข้นของทั้ง TBP และ VA10 ในน้ำมันก๊าดเพิ่ม ค่า Selectivity คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นการเพิ่มความเข้มข้นของตัวสกัด TBP สามารถสกัด Ce ได้เพิ่มขึ้นและ สกัด Ln ได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน



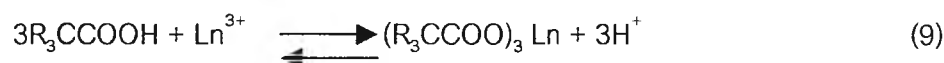
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบค่า Selectivity (Ce/Ln) ระหว่างตัวสกัด 2 ชนิด

ค่า selectivity คือ ค่าเปรียบเทียบความสามารถของตัวสกัดในการเลือกสกัดสารพิจารณาที่ชั้น เอกซ์แทรกท์

$$\text{Selectivity} = \frac{C_{\text{Ce}}^E}{C_{\text{Ln}}^E} \quad (8)$$

ผลการวิเคราะห์ ค่า Separation Factor ตัวสกัด TBP เมื่อความเข้มข้นตัวสกัดในน้ำมันก๊าดเพิ่มขึ้น การสกัดมีค่าสูงขึ้นโดยสามารถสกัดทั้ง Ce และ แรเอิร์ทตัวอื่นๆ หรือ Ln เพิ่มขึ้นด้วย และผลค่า Selectivity เท่ากันทุกความเข้มข้นที่ใช้ แสดงถึงสัดส่วน การสกัด Ce/Ln ในชั้นตัวสกัดเท่ากันไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ TBP แต่ปริมาณการสกัดเพิ่มขึ้น

วิเคราะห์ผลของตัวสกัด VA10 ให้ผลการสกัดได้ไม่ดีและต่ำกว่า TBP เป็นเพราะ VA10 จะมีประสิทธิภาพการสกัดได้ดีขึ้นอยู่กับ ค่า pH ในสารละลายระหว่างการสกัด [1] pH ของสารละลายมีค่าระหว่าง 3.3 ถึง 3.9 แต่จากผลการทดลองวัด pH ก่อนสกัดในสารป้อน มีค่า pH เท่ากับ 3.5 หลังการสกัดด้วย VA10 แล้ว สารละลายมีค่า pH ลดลงเป็น 2 เนื่องจาก VA10 มีความเป็นกรดจะแตกตัวให้ H⁺ ในสารละลายและเกิดปฏิกิริยาเคมีกับแอมเฟรทที่มีประจุบวก[15]



สมการเคมี (9) เมื่อสารละลาย มี H⁺ เพิ่มขึ้นทำให้การแตกตัวจับแอมเฟรท ลดลง เนื่องจากเป็นปฏิกิริยาเคมีแบบผันกลับได้ จึงมีผลทำให้ความสามารถในสกัดลดลง แต่เมื่อพิจารณาค่า Selectivity ต่ำกว่า 1 ดังนั้นถึงแม้จะปรับค่า pH ผลการสกัดก็ยังคงไม่ดี

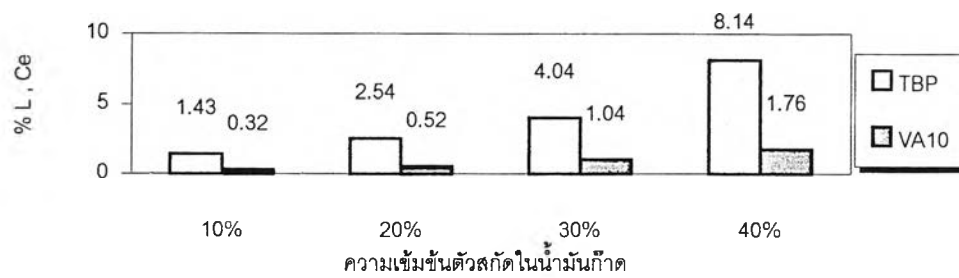
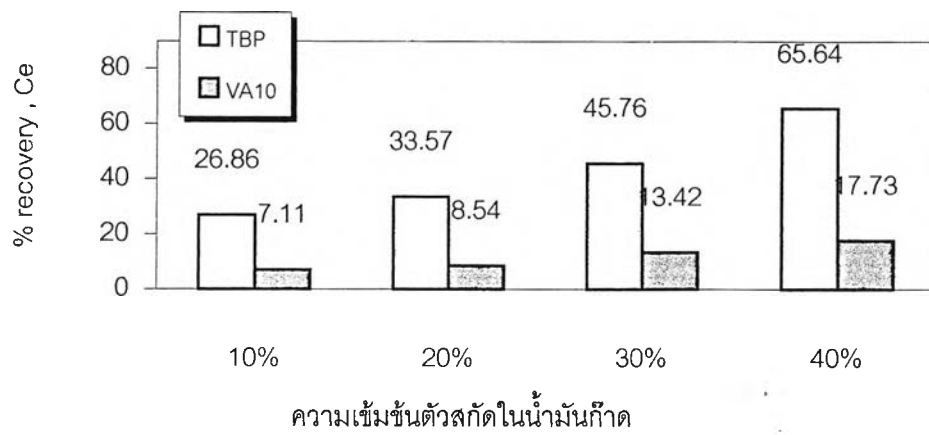
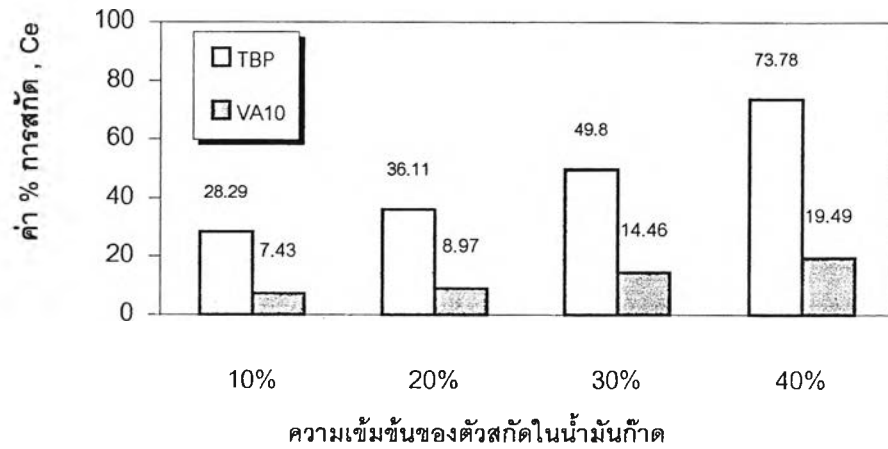
กรณี TBP ประสิทธิภาพการสกัดไม่ขึ้นกับค่า pH ของสารละลายเพราะมีกลไกการสกัดซึ่งมีการรวมกับกรดไนตริกในสารละลายเกิดเป็นสารประกอบที่มีประจุลบและเกิดปฏิกิริยาเคมีกับแอมเฟรทได้โดยค่า pH สารละลายก่อนและหลังการสกัดไม่เปลี่ยนแปลง[17]



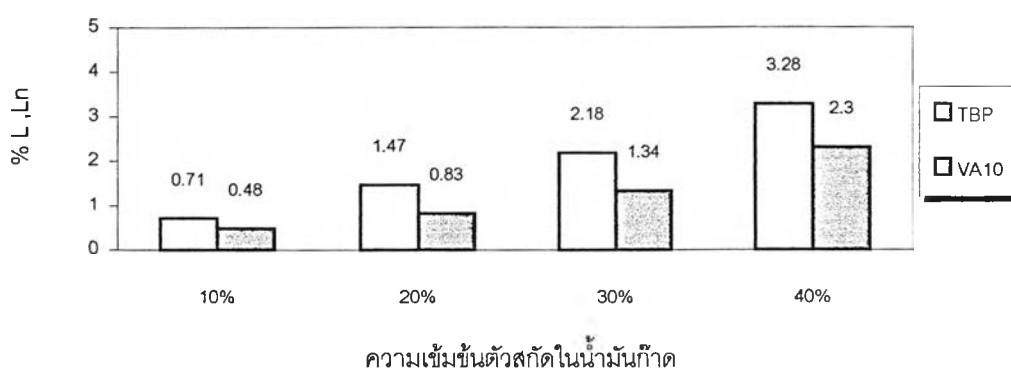
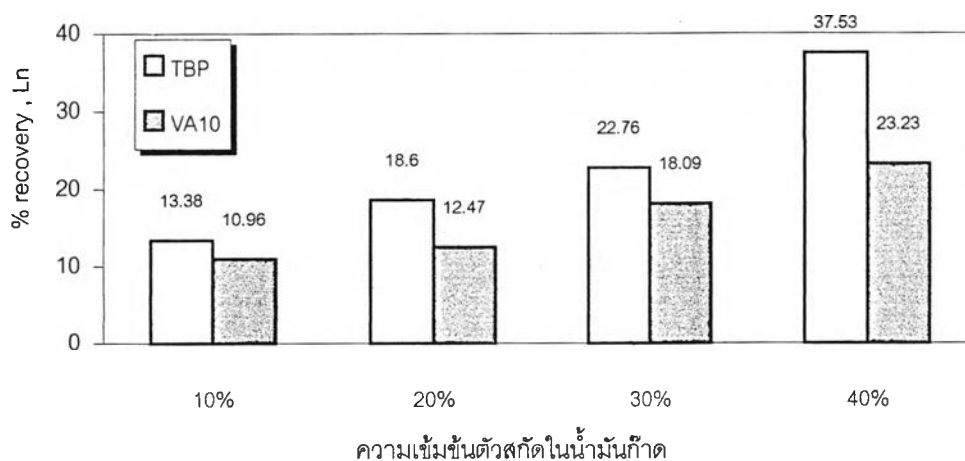
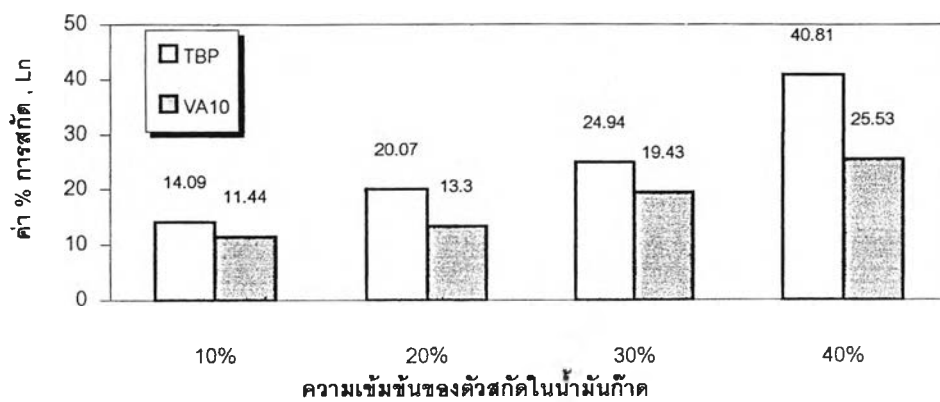
รูปที่ 4.6 ถึงรูปที่ 4.7 แสดงผลการคำนวณค่า %การสกัด , % recovery และ % L ของ Ce และ Ln ที่สกัดได้ โดยเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นและชนิดของตัวสกัด พบว่าตัวสกัด TBP มีค่าการสกัดได้ดีกว่า VA10 ทุกความเข้มข้นที่ใช้ และค่าการสกัด Ce สูงกว่าการสกัด Ln ก็สูงตามด้วย ที่ 40% TBP ได้ค่าการสกัด Ce สูงกว่าความเข้มข้นอื่นๆ เท่ากับ 73.78% ค่า % recovery เท่ากับ 65.64% และ % L , Ce สูงขึ้นด้วยเท่ากับ 8.14%

ค่า %L แทนค่าส่วนต่างของสารที่สกัดได้ในชั้นเอกซ์แทรกท์ ก่อนการสกัดด้วยน้ำ กับ ชั้นราฟฟิเนต หลังการสกัดด้วยน้ำ โดยประมาณว่า สารที่สกัดได้ยังอยู่ในชั้นชั้นเอกซ์แทรกท์ เนื่องจากการสกัดด้วยน้ำแยกสารที่ต้องการออกได้ไม่หมด

$$\text{ค่า \%L} = \frac{C_i^E - C_i^R}{C_i^E} ; i = Ce, Ln \quad (11)$$



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของตัวสกัดและชนิดของตัวสกัด 2 ชนิด
ในรูปค่า % การสกัด Ce , % recovery, Ce และ % L , Ce



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของตัวสกัดและชนิดของตัวสกัด 2 ชนิด
ในรูปค่า % การงอก Ln , % recovery, Ln และ % L, Ln

วิเคราะห์ผลของตัวสกัด TBP มีแนวโน้มเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของตัวสกัดในน้ำมันก๊าดจะทำให้การสกัดเพิ่มขึ้น พิจารณาสสมบัติทางกายภาพ คือ ค่าความหนาแน่นของ TBP เท่ากับ 975 kg/m³ ใกล้เคียงกับน้ำเท่ากับ 998 kg/m³ ที่อุณหภูมิ 25 °C

% TBP ในน้ำมันก๊าด	ความหนาแน่น (kg/m ³)	เวลาในการแยกชั้น(นาที)
10	802.00	2.00
20	825.00	4.00
30	843.00	6.50
40	862.00	8.50
50	880.00	13.00
60	898.00	30.00
70	916.00	40.00
80	936.00	ไม่แยกชั้น
90	953.00	ไม่แยกชั้น
100	975.00	ไม่แยกชั้น

ผลของเวลาในการแยกชั้นพบว่า ถ้าความเข้มข้นของ TBP ในน้ำมันก๊าดเป็น 60%,70% ใช้เวลาในการแยกชั้นนานขึ้นมาก และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 80%,90% และมีเฉพาะ TBP คือ 100% เห็นได้ว่าไม่เกิดการแยกชั้น เพราะ TBP เป็นสารไฮโดรคาร์บอนชนิดมีขั้ว สามารถละลายได้ดีทั้งในน้ำและน้ำมัน แต่จะชอบละลายในน้ำมันมากกว่า ถ้าความเข้มข้นของ TBP ในน้ำมันก๊าดเกิน 50% จะมี TBP ส่วนเกินที่ละลายเข้าไปในน้ำมันไม่ได้จะละลายเข้าไปในน้ำแทนและถ้ามีปริมาณ TBP มากๆ ทำให้ละลายน้ำมากขึ้นจนไม่สามารถแยกชั้นได้ รวมทั้งค่าความหนาแน่น จึงเป็นข้อจำกัดความเข้มข้นตัวสกัดไม่เกิน 50% โดยปริมาตร

การสกัดเมื่อใช้ตัวสกัดแล้ว จะนำไปปรับสภาพก่อนจึงจะนำกลับไปใช้ใหม่ โดยมีขั้นตอนการล้างด้วยน้ำ และสารเคมี โซเดียมคาร์บอเนต และ กรดไนตริกจะเกิดการสูญเสียปริมาณตัวสกัดในการปรับสภาพ เพราะน้ำสามารถละลายเข้าไปใน TBP ได้ประมาณ 0.01%

%TBP	10	20	30	40
%Loss	5.00	10.00	15.00	20.00

ถ้าประมาณ %Loss ของ 50% TBP เท่ากับ 25.00 สูงกว่า 40% TBP และการเพิ่มความเข้มข้นของตัวสกัด ผลการสกัดสูงขึ้นทั้ง Ce และ Ln รวมทั้งค่า % L ก็สูงตาม เมื่อพิจารณาเวลาในการแยกชั้นที่ 50% TBP ใช้เวลามากกว่ามีผลให้ต้องเพิ่มปริมาตรของอุปกรณ์เพิ่มให้ได้กำลังการผลิตเท่าเดิม ดังนั้นภาวะที่ดีที่สุดในการสกัด Ce คือตัวสกัด TBP ความเข้มข้น 40% โดยปริมาตร