รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จตุรพร บ้านแก่ง. 2539. ผลของสารเซอร์แฟกแตนต์ต่อการสกัดไอออนเชิงซ้อนของสังกะสีจากน้ำมันหล่อลื่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัญชา คำสิงห์. 2544. การสกัดยูเรเนียมและทอเรียมจากแร่โมนาไซด์โดยใช้หอสกัดแบบจานหมุนมีรู. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สินทรัพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร. 2545. เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น,

ปิยะสาร ประเสริฐธรรม. 2542. หลักการออกแบบเครื่องมือแยกสาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2539. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ซวนพิมพ์,

รังสรรค์ เชาว์สุวรรณกิจ. 2539. การนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วของเรือกลับมาใช้ใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาปิโตรเคมี-โพลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมนึก ภาคพานิชย์. 2538. การกำจัดไอออนของโลหะสังกะสีออกจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วโดยการสกัดของเหลวด้วยของเหลว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ ศรีวานิชภูมิ. 2537. การบำบัดน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วด้วยไฮโดรเจนแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมิทธ์ ฉัตรภูมิ. 2542. เทคนิคอัลทราโซนิกสำหรับวัดค่าโฮลด์อัพในคอลัมน์สกัดแบบจานหมุน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราโมทย์ ไชยเวช และ นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์. 2543. ปิโตรเลียมเทคโนโลยี ภาควิชาเคมีเทคนิค. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Andrew E. Karr. 1959. Performance of Reciprocating-Plate Extraction Column. A.I.Ch.E. 1959 : 446-452.

Brownawell, D.W. 1973. Reclaiming and re-refining used lubricating oils. U.S. Patent 3,639,229.

Crowley, Ralph P. 1978. Re-refining used lube oil. U.S. Patent 4,169,044.

Dieter Klamann. 1984. Lubricant and Related Product. Flrida Basel : Verlag Chemie GmbH,

Edward, T.C. Re-refining used automotive lubricating oils. U.S. Patent 3,919,076.

J.D.Seader, Ernest J.Henley. 1998. Separation Process Priciple. New York : McGraw-Hill,

Jane S.R. Coimbra, Fabiane Mojola and Antonio J.A. Meirelles. 1998. Journal of Chemical Engineering of Japan. 31,2 (1998) : 277-280.

John D. Thornton. 1992. Science and Practice of Liquid-Liquid Extraction. New York : Oxford University Press,

Johnson, C.B. 1980. Process of removing metal contaminants from used lubricating oils. U.S. Patent 4,204,946.

Johnson, M.M. 1976. Reclaiming used motor oil. U.S. Patent 3,930,988.

McCabe, W.L., Smith, J.C. and Harriott, P. 1993. Unit Operation of Chemical Engineering. Five edition. New York : McGraw-Hill,

Perry, R.H. 1997. Perry 's Chemical Engineers' Handbook. Seven edition. New York : McGraw-Hill,

Richard J. Lewis,Sr. 1993. Hawley 's Condensed Chemical Dictionary. Twelfth edition. Germany : Van Nostrand Reinhold,

Sherma Jeffrey H., Taylor Richard T. 1999 Method of removing contaminant from used oil. U.S. Patent 6,007,701.

R.Byron Bird W., Warren E. Stewart Edwin. Transport Phenomena

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก-1 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำมันก๊าดที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด ที่ความเร็วรอบของการกวนต่างๆ ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

ปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)			
	200 rpm	400 rpm	600 rpm	800 rpm
5	82	34	28	71
10	56	22	21	51
15	45	18	13	28
20	36	14	11	20
25	25	13	10	16
30	19	10	8	12
35	19	10	6	11
40	18	10	5	10
45	18	10	5	11
50	18	11	6	12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำมันดีเซลที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด ที่ความเร็วรอบของการกวนต่างๆ ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

ปริมาณของน้ำมันดีเซล ที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)			
	200 rpm	400 rpm	600 rpm	800 rpm
5	129	60	53	116
10	88	45	41	98
15	66	35	31	71
20	53	32	28	59
25	36	23	25	43
30	35	21	17	41
35	30	17	14	37
40	30	15	12	37
45	30	16	13	38
50	29	15	13	38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของเวลาที่ใช้ในการสกัดที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด ที่ความเร็วรอบของการกวน 600 รอบต่อนาที และใช้ปริมาณน้ำมันก๊าดจำนวน 40 มิลลิลิตร ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

เวลาที่ใช้ในการสกัด (นาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)
1	53
2	46
3	32
4	23
5	16
6	14
7	10
8	9
9	8
10	5
11	7
12	5
13	6
14	7
15	6
16	6
17	6
18	6
19	6
20	6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของเวลาที่ใช้ในการสกัดที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด ที่ความเร็วรอบของการกวน 600 รอบต่อนาที และใช้ปริมาณน้ำมันก๊าดจำนวน 45 มิลลิลิตร ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

เวลาที่ใช้ในการสกัด (นาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)
1	116
2	104
3	93
4	75
5	53
6	45
7	35
8	33
9	29
10	27
11	25
12	23
13	21
14	22
15	21
16	21
17	21
18	20
19	21
20	20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-5 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของการกวนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด ที่เวลาในการสกัด 15 นาที และใช้ปริมาณน้ำมันก๊าดจำนวน 40 มิลลิลิตร ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

ความเร็วรอบของการกวน (rpm)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
200	17	17	**17**
400	10	9	**10**
600	5	4	**5**
800	8	7	**8**

ตารางที่ ก-6 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของการกวนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด ที่เวลาในการสกัด 15 นาที และใช้ปริมาณน้ำมันดีเซลจำนวน 45 มิลลิลิตร ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

ความเร็วรอบของการกวน (rpm)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
200	30	31	**30**
400	15	15	**15**
600	12	11	**12**
800	37	37	**37**

ตารางที่ ก-7 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของเวลาที่ใช้ในการสกัดที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด ที่ความเร็วรอบของการกวน ต่างๆ และใช้อัตราการไหลของสารสกัดต่อสารป้อนเท่ากัน (1:1) ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง

เวลาที่ใช้ในการสกัด (นาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)				
	100 rpm	150 rpm	200 rpm	250 rpm	300 rpm
2	73	57	41	26	42
4	56	41	30	23	35
6	40	37	27	15	33
8	36	27	18	13	30
10	27	26	16	9	24
12	25	23	13	6	24
14	18	18	10	7	20
16	17	16	6	5	20
18	16	15	6	5	19
20	16	14	7	5	18
22	17	15	6	6	19
24	16	14	6	5	18
26	17	14	7	6	19
28	16	15	6	5	19
30	16	16	6	5	19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-8 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของเวลาที่ใช้ในการสกัดที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด ที่ความเร็วรอบของการกวน ต่างๆ และใช้อัตราการไหลของสารสกัดต่อสารป้อนเท่ากัน (1:1) ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง

เวลาที่ใช้ในการสกัด (นาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)				
	100 rpm	150 rpm	200 rpm	250 rpm	300 rpm
2	101	82	63	47	67
4	74	63	56	42	62
6	63	53	48	37	59
8	57	50	40	33	57
10	48	47	36	30	54
12	45	42	35	29	51
14	43	38	31	29	49
16	41	36	29	26	48
18	41	35	27	26	45
20	40	35	27	26	45
22	39	36	27	25	46
24	40	35	28	26	46
26	40	36	27	26	45
28	40	35	27	25	45
30	39	36	28	26	46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-9 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของการกวนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด ที่เวลาในการสกัด 20 นาที และใช้อัตราการไหลของสารสกัดต่อสารป้อนเท่ากัน (1:1) ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง

ความเร็วรอบของการกวน (rpm)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
100	16	18	17
150	15	14	14
200	6	6	6
250	5	6	5
300	19	17	18

ตารางที่ ก-10 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของการกวนที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด ที่เวลาในการสกัด 20 นาที และใช้อัตราการไหลของสารสกัดต่อสารป้อนเท่ากัน (1:1) ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง

ความเร็วรอบของการกวน (rpm)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
100	40	37	38
150	35	31	32
200	28	28	28
250	26	25	25
300	45	46	47

ตารางที่ ก-11 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลอัตราการไหลของสกัดที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันก๊าดเป็นสารสกัด ที่เวลาในการสกัด 20 นาที ที่ความเร็วรอบของการกวนต่างๆ และอัตราการไหลสายป้อนที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง

อัตราการไหลของน้ำมันก๊าด (มิลลิลิตรต่อนาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)											
	100 (rpm)				150 (rpm)				200 (rpm)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
100	17	16	17	**17**	15	16	14	**15**	7	6	7	**7**
150	14	14	14	**14**	13	13	12	**13**	5	6	6	**6**
200	13	12	13	**13**	12	13	11	**12**	5	5	4	**5**

อัตราการไหลของน้ำมันก๊าด (มิลลิลิตรต่อนาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)											
	250 (rpm)				300 (rpm)				350 (rpm)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
100	6	6	5	**6**	19	19	18	**19**	22	21	23	**21**
150	4	5	5	**4**	18	17	17	**17**	none	none	none	**none**
200	4	4	4	**4**	17	16	17	**17**	none	none	none	**none**

ตารางที่ ก-12 แสดงข้อมูลการศึกษาอิทธิพลอัตราการไหลของสกัดที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วออกจากน้ำเสียโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นสารสกัด ที่เวลาในการสกัด 20 นาที ที่ความเร็วรอบของการกวนต่างๆ และอัตราการไหลสายป้อนที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง

อัตราการไหลของน้ำมันดีเซล (มิลลิลิตรต่อนาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)											
	100 (rpm)				150 (rpm)				200 (rpm)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
100	40	41	41	**41**	35	33	26	**34**	27	27	26	**27**
150	36	36	36	**36**	33	32	25	**32**	25	25	25	**25**
200	35	34	34	**34**	30	31	23	**31**	22	22	23	**22**

อัตราการไหลของน้ำมันดีเซล (มิลลิลิตรต่อนาที)	ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในน้ำเสียที่ผ่านการสกัด (ppm)											
	250 (rpm)				300 (rpm)				350 (rpm)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
100	26	25	25	**15**	45	46	46	**46**	49	52	51	**51**
150	22	22	23	**22**	45	46	44	**45**	none	none	none	**none**
200	21	20	21	**21**	43	43	44	**44**	none	none	none	**none**

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-1 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	82	1688	2000	95.90	0.844	0.007
10	56	1711	2000	97.21	0.855	0.013
15	45	1720	2000	97.74	0.860	0.020
20	36	1728	2000	98.22	0.864	0.027
25	25	1738	2000	98.73	0.869	0.034
30	19	1743	2000	99.03	0.872	0.041
35	19	1743	2000	99.06	0.872	0.048
40	18	1744	2000	99.11	0.872	0.055
45	18	1745	2000	99.15	0.872	0.062
50	18	1744	2000	99.09	0.872	0.069

ตารางที่ ข-2 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	34	1730	2000	98.30	0.865	0.007
10	22	1741	2000	98.88	0.870	0.014
15	18	1744	2000	99.09	0.872	0.021
20	14	1748	2000	99.29	0.874	0.028
25	13	1749	2000	99.34	0.874	0.034
30	10	1751	2000	99.51	0.876	0.041
35	10	1751	2000	99.48	0.876	0.048
40	10	1751	2000	99.52	0.876	0.055
45	10	1751	2000	99.49	0.876	0.062
50	11	1750	2000	99.47	0.875	0.069

ตารางที่ ข-3 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบการกวน 600 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	28	1735	2000	98.60	0.868	0.007
10	21	1742	2000	98.94	0.871	0.014
15	13	1749	2000	99.35	0.874	0.021
20	11	1750	2000	99.47	0.875	0.028
25	10	1751	2000	99.50	0.876	0.034
30	8	1753	2000	99.59	0.876	0.041
35	6	1755	2000	99.72	0.877	0.048
40	5	1756	2000	99.74	0.878	0.055
45	5	1756	2000	99.73	0.878	0.062
50	6	1755	2000	99.70	0.877	0.069

ตารางที่ ข-4 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบการกวน 800 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	71	1698	2000	96.47	0.849	0.007
10	51	1715	2000	97.43	0.858	0.014
15	28	1735	2000	98.58	0.868	0.021
20	20	1742	2000	98.99	0.871	0.027
25	16	1746	2000	99.21	0.873	0.034
30	12	1749	2000	99.38	0.875	0.041
35	11	1750	2000	99.44	0.875	0.048
40	10	1751	2000	99.48	0.876	0.055
45	11	1750	2000	99.43	0.875	0.062
50	12	1749	2000	99.41	0.875	0.069

ตารางที่ ข-5 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบการกวน 200 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	129	1646	2000	94.54	0.823	0.007
10	88	1683	2000	95.59	0.841	0.014
15	66	1702	2000	96.69	0.851	0.021
20	53	1713	2000	97.35	0.857	0.028
25	36	1728	2000	98.12	0.864	0.036
30	35	1729	2000	98.27	0.865	0.043
35	30	1734	2000	98.52	0.867	0.050
40	30	1734	2000	98.51	0.867	0.057
45	30	1734	2000	98.49	0.867	0.064
50	29	1734	2000	98.53	0.867	0.071

ตารางที่ ข-6 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบการกวน 400 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	60	1707	2000	97.00	0.854	0.007
10	45	1720	2000	97.73	0.860	0.014
15	35	1729	2000	98.27	0.865	0.021
20	32	1732	2000	98.41	0.866	0.028
25	23	1740	2000	98.85	0.870	0.036
30	21	1742	2000	98.97	0.871	0.043
35	17	1745	2000	99.13	0.873	0.050
40	15	1747	2000	99.25	0.873	0.057
45	16	1746	2000	99.18	0.873	0.065
50	15	1747	2000	99.23	0.873	0.072

ตารางที่ ข-7 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบการกวน 600 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	53	1713	2000	97.37	0.857	0.007
10	41	1724	2000	97.97	0.862	0.014
15	31	1733	2000	98.44	0.866	0.021
20	28	1735	2000	98.61	0.868	0.029
25	25	1738	2000	98.75	0.869	0.036
30	17	1745	2000	99.14	0.873	0.043
35	14	1748	2000	99.28	0.874	0.050
40	12	1749	2000	99.42	0.875	0.058
45	13	1749	2000	99.36	0.874	0.065
50	13	1749	2000	99.34	0.874	0.072

ตารางที่ ข-8 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ที่ความเร็วรอบการกวน 800 รอบต่อนาที และปริมาณสารสกัดที่ 40 มิลลิลิตร

ปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
5	116	1658	2000	94.18	0.829	0.007
10	98	1674	2000	95.11	0.837	0.014
15	71	1698	2000	96.44	0.849	0.021
20	59	1708	2000	97.04	0.854	0.028
25	43	1722	2000	97.84	0.861	0.035
30	41	1724	2000	97.97	0.862	0.042
35	37	1727	2000	98.15	0.864	0.050
40	37	1727	2000	98.14	0.864	0.057
45	38	1727	2000	98.12	0.863	0.064
50	38	1727	2000	98.09	0.863	0.071

ตารางที่ ข-9 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 100,150,200,250,300 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1) ที่อัตราการไหลสารสกัดและสารป้อนอย่างละ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

ความเร็วรอบการกวน (rpm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	17	1745	2000	99.16	0.873	0.684
150	14	1748	2000	99.32	0.874	0.685
200	6	1755	2000	99.69	0.877	0.688
250	5	1756	2000	99.73	0.878	0.689
300	18	1744	2000	99.11	0.872	0.683

ตารางที่ ข-10 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 100,150,200,250,300 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1) ที่อัตราการไหลสารสกัดและสารป้อนอย่างละ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

ความเร็วรอบการกวน (rpm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	38	1727	2000	98.08	0.863	0.706
150	32	1732	2000	98.40	0.866	0.708
200	28	1735	2000	98.60	0.868	0.709
250	25	1738	2000	98.75	0.869	0.712
300	47	1719	2000	97.67	0.859	0.702

ตารางที่ ข-11 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 100 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	17	1745	2000	99.15	0.873	0.684
150	14	1748	2000	99.30	0.874	1.028
200	13	1749	2000	99.35	0.874	1.372

ตารางที่ ข-12 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 150 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	15	1747	2000	99.25	0.873	0.685
150	13	1749	2000	99.35	0.874	1.028
200	12	1749	2000	99.40	0.875	1.371

ตารางที่ ข-13 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 200 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	7	1754	2000	99.65	0.877	0.687
150	6	1755	2000	99.70	0.877	1.032
200	5	1756	2000	99.75	0.878	1.376

ตารางที่ ข-14 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 250 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	6	1755	2000	99.65	0.877	0.689
150	4	1756	2000	99.70	0.878	1.034
200	4	1756	2000	99.75	0.878	1.379

ตารางที่ ข-15 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 300 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	19	1743	2000	99.05	0.872	0.683
150	17	1745	2000	99.15	0.873	1.025
200	17	1745	2000	99.15	0.873	1.367

ตารางที่ ข-16 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 100 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	41	1724	2000	97.95	0.862	0.705
150	36	1728	2000	98.20	0.864	1.061
200	34	1730	2000	98.30	0.865	1.416

ตารางที่ ข-17 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 150 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	34	1730	2000	98.30	0.865	0.708
150	32	1732	2000	98.40	0.866	1.063
200	31	1733	2000	98.45	0.866	1.418

ตารางที่ ข-18 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 200 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	27	1736	2000	98.65	0.868	0.710
150	25	1738	2000	98.75	0.869	1.066
200	22	1741	2000	98.90	0.870	1.423

ตารางที่ ข-19 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 250 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	15	1747	2000	99.25	0.873	0.716
150	22	1741	2000	98.90	0.870	1.070
200	21	1742	2000	98.95	0.871	1.427

ตารางที่ ข-20 แสดงผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดต่อปริมาณของน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัดในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบการกวน 300 รอบต่อนาที และอัตราการไหลสารสกัดต่อสารป้อน (1:1,1.5:1,2:1) ที่อัตราการไหลสารสกัด 100,150,200 มิลลิลิตรต่อนาที และสารป้อนคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

อัตราการไหลสารสกัด (ml/min)	น้ำมันหล่อลื่นในสายราฟิเนต (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายสกัด (ppm)	น้ำมันหล่อลื่นในสายป้อน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การสกัด	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว	แฟคเตอร์การสกัด
100	46	1720	2000	97.70	0.860	0.702
150	45	1720	2000	97.75	0.860	1.054
200	44	1721	2000	97.80	0.861	1.406

ภาคผนวก ค

คำนิยาม

ค-1 ประสิทธิภาพในการสกัด (% การสกัด)

$$\%\ \text{การสกัด (\%extraction)} = [(X_0 - X_i)/X_0]x100$$

เมื่อ X_0 = ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในน้ำเสีย, ppm

X_1 = ความเข้มข้นสุดท้ายของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในน้ำเสีย, ppm

ค-2 สัมประสิทธิ์การกระจาย (K)

$$K = \frac{X_S}{X_F}$$

เมื่อ X_S = ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่อยู่ในสายสกัด, ppm

X_F = ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่อยู่ในสายป้อน, ppm

ค-3 แฟคเตอร์การสกัด (E)

$$E = K\frac{S}{F}$$

เมื่อ K = สัมประสิทธิ์การกระจายตัว

S = มวลของสารสกัด, kg

F = มวลของสารป้อน, kg

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการคำนวณ

ง-1 เปอร์เซ็นต์การสกัดที่ได้จากการทดลอง

ตัวอย่างการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดที่ได้จากการทดลองในภาคผนวก ข : ตาราง ข- 1 โดยใช้ข้อมูลจากการภาคผนวก ก-1 (พิจารณาข้อมูลที่ความเร็วรอบการกวน 200 รอบต่อนาที ใช้ปริมาณน้ำมันก๊าดในการสกัด 40 มิลลิลิตร เมื่อสายป้อน (น้ำเสีย) มีน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วเจือปน 2000 ppm ทำการทดลองในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

- ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในน้ำเสีย = 2000 ppm
- ความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วหลังจากการสกัด = 18 ppm

% การสกัดน้ำมันหล่อลื่น $= \frac{2000-18}{2000} x100$

$= 99.11\%$

ง-2 สัมประสิทธิ์การกระจายตัว

ตัวอย่างการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดที่ได้จากการทดลองในภาคผนวก ข : ตาราง ข- 1 โดยใช้ข้อมูลจากการภาคผนวก ก-1 (พิจารณาข้อมูลที่ความเร็วรอบการกวน 200 รอบต่อนาที ใช้ปริมาณน้ำมันก๊าดในการสกัด 40 มิลลิลิตร เมื่อสายป้อน (น้ำเสีย) มีน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วเจือปน 2000 ppm ทำการทดลองในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

- ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วในน้ำเสีย = 2000 ppm
- ความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วหลังจากการสกัด = 18 ppm
- ความเข้มข้นเมื่อสิ้นสุดการสกัดของน้ำมันหล่อลื่นในสารสกัด

$=$ (2000-18) x ความหนาแน่นของน้ำมันหล่อลื่น

$= 1982 \times 0.88$

$= 1744$ ppm

สัมประสิทธิ์การกระจายตัว $= \frac{1744}{2000} = 0.872$

ง-3 แฟคเตอร์การสกัด

ตัวอย่างการคำนวณเปอร์เซ็นต์การสกัดที่ได้จากการทดลองในภาคผนวก ข : ตาราง ข- 1 โดยใช้ข้อมูลจากการภาคผนวก ก-1 (พิจารณาข้อมูลที่ความเร็วรอบการกวน 200 รอบต่อนาที ใช้ปริมาณน้ำมันก๊าดในการสกัด 40 มิลลิลิตร เมื่อสายป้อน (น้ำเสีย) มีน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วเจือปน 2000 ppm ทำการทดลองในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

- มวลของน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปน = 502 กรัม
- มวลของน้ำมันก๊าดที่ใช้เป็นสารสกัด = 40 มิลลิลิตร x 0.791 กรัม/มิลลิลิตร

= 31.64

$$\text{แฟคเตอร์การสกัด} = 0.872 \times \frac{31.64}{502}$$

= 0.055

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เป็นของเหลวกับการเพิ่มความเข้มข้นของของเหลวโดยใช้เครื่องระเหย

<u>แบบสกัดด้วยตัวทำละลายที่เป็นของเหลว</u>

1. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ นอร์มอลเฮกเซน ชนิดแล็ปเกรด (n-hexane) 2.5 ลิตร ราคา 1550 บาท หรือ 0.62 บาทต่อมิลลิลิตร
2. สารที่นำมาใช้ในการสกัด
   2.1 น้ำมันก๊าด ราคา 10.50 บาทต่อลิตร หรือ 0.0105 บาทต่อมิลลิลิตร
   2.2 น้ำมันดีเซล ราคา 14.60 บาทต่อลิตร หรือ 0.0146 บาทต่อมิลลิลิตร

การทดลองแบบกะ

ก) กรณีใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด

- ใช้ในปริมาณ 40 มิลลิลิตร ราคา 0.42 บาทต่อครั้ง
- สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปน 1,000 มิลลิลิตร
- ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 1.2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 1.2×10^6 มิลลิลิตรต่อวัน
- ค่าใช้จ่ายต่อวันสำหรับการบำบัด เมื่อใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด

$$\frac{1.2x1000000}{1,000} x0.42 = 504 \text{ บาทต่อวัน} \times 10 \text{ วัน}$$

$$= 5,040 \text{ บาทต่อเดือน}$$

ข) กรณีใช้สารสกัดเป็นน้ำมันดีเซล

- ใช้ในปริมาณ 45 มิลลิลิตร ราคา 0.657 บาทต่อครั้ง
- สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปน 1,000 มิลลิลิตร
- ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 1.2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 1.2×10^6 มิลลิลิตรต่อวัน
- ค่าใช้จ่ายต่อวันสำหรับการบำบัด เมื่อใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด

$$\frac{1.2x1000000}{1,000} x0.657 = 789 \text{ บาทต่อวัน} \times 10 \text{ วัน}$$

$$= 7,890 \text{ บาทต่อเดือน}$$

การทดลองแบบต่อเนื่อง

ก) กรณีใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด

- ใช้ในปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการสกัด 5 นาที หรือ 500 มิลลิลิตร ราคา 5.25 บาทต่อครั้ง
- สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปน 4,000 มิลลิลิตร
- ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 1.2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 1.2×10^6 มิลลิลิตร ต่อวัน
- ค่าใช้จ่ายต่อวันสำหรับการบำบัด เมื่อใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด

$$\frac{1.2x1000000}{4,000} x5.25 = 1,575 \text{ บาทต่อวัน x 10 วัน}$$

$$= 15,575 \text{ บาทต่อเดือน}$$

ข) กรณีใช้สารสกัดเป็นน้ำมันดีเซล

- ใช้ในปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการสกัด 8 นาที หรือ 800 มิลลิลิตร ราคา 11.68 บาทต่อครั้ง
- สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปน 4,000 มิลลิลิตร
- ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 1.2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 1.2×10^6 มิลลิลิตร ต่อวัน
- ค่าใช้จ่ายต่อวันสำหรับการบำบัด เมื่อใช้สารสกัดเป็นน้ำมันก๊าด

$$\frac{1.2x1000000}{4,000} x11.68 = 3,505 \text{ บาทต่อวัน x 10 วัน}$$

$$= 35,050 \text{ บาทต่อเดือน}$$

<u>แบบเพิ่มความเข้มข้นโดยใช้เครื่องระเหย</u>

- ค่าใช้จ่ายสำหรับ LPG ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ ประมาณ 50,000 บาทต่อเดือน
- ค่าไฟฟ้าสำหรับดำเนินการ ประมาณ 25,000 บาทต่อเดือน
- ค่าสารเคมี ประมาณ 20,000 บาทต่อเดือน
- ค่าอุปกรณ์และค่าบำรุงรักษา ประมาณ 15,000 บาทต่อเดือน
- รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด ประมาณ 110,000 บาทต่อเดือน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายจิรพล รัชชุศิริ เกิดวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2515 กรุงเทพมหานคร เป็นบุตรคนเดียว ของนายสมเขต และนางประภา รัชชุศิริ สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมที่โรงเรียนเทพศิรินทร์ จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นจึงได้เข้าทำงานกับบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในตำแหน่งผู้ช่วยจัดการโครงการเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นเวลา 6 ปี จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย