

รายการอ้างอิง

1. Belfort, G., Fluid Mechanics in Membrane Filtration : Recent Developments.
J.Memb.Sci. 40(1989) : 123-147.
2. Vaks, B., Mory, Y., Pederson, J. u. and Horovitz, O., A Semi-Continuous Process for the
Production of Human Interferon- α C form E.coli Using Tangential Flow
Microfiltration and Immuno-Affinity Chromatography. Biotechnol.Lett. Vol.6
No.10. (1984) : 621-626.
3. Fick, M Continuous Cultures of Clostridium acetobutylicum for the Production of
Acetone-Butanol. Biotechnol. Lett. 7(1995) : 503-508
4. Pierrot, P., Fick, M. and Engasser, J. M. Continuous Acetone-Butanol Fermentation
with High Productivity by Cell Ultrafiltration and Recycling. Biotechnol. Lett.
vol.8 No.4 (1986) : 253-256
5. Prescott, S.C. and Dunn, C.G. The Production of Lactic Acid by Fermentation.
Industrial Microbiology, McGraw-Hill Book Company. (1959) : 304-331
6. Patrick, B., Corre, C and Terre, S. Continuous Lactic Acid Fermentation with
Concentrated Product Recovery by Ultrafiltration and Eletrodialysis
Biotechnol.Lett. Vol.9 No. 3 (1987) : 207-212

7. Blance, P. and Goma, G. Propionic Acid and Biomass Production Using Continuous Ultrafiltration Fermentation of Whey. Biotechnol. Lett. Vol.11 No.3 (1989) : 189-194
8. Richard, J. Lahiere., Ceramic Membrane Treatment of Petrochemical Wastewater. Environmental Prog. Vol. 12 No.2 (1993) : 749-752
9. Cabral, J.M.S., Casale, B. and Cooney, C.L., Effect of Antifoam Agent and Efficiency of Cleaning Procedures on the Cross-Flow Filtration of Microbial Suspension. Biotechnol. Lett. Vol. 7 No. 2 (1993) : 749-752
10. Tobler, W., Principle and Application of Shear Filtration in an Annular Gap. Filtech.Conference (1981) : 137-145
11. Rebsamen, E., Goldingner, W., Scheirer, W. and Merten , O. W., Use of a Dynamic Filtration Method for Separation of Animal Cells. Sulzer Technical Review 3(1986) : 10-12
12. Van Hamet, P.A. and Tiesjema, R.H. Safety Aspects of Closed-System Filtration and Ultrafiltration in Vaccine Production. Swiss Biotech. 5(1987) : 13-18
13. Vigo, F. and Uliana. C., Influence of the Vorticity at the Membrane Surface on the Performances of the Ultrafiltration Rotating Module. Sep. Sci. Technol. 21(4) (1986) : 367-381.
14. Kroner, K.H. and Nissinen, V., Dynamic Filtration of Microbial Suspensions Using an Auxillary Rotating Filter. J. Mem. Sci. 36(1988) : 85-100

15. Holeschovsky, U.B. and Cooney, C.L., Quantitative Description of Ultrafiltration in a Rotating Filtration Device. AIChe. J. Vol. 37 No. 8 (1991) : 1219-1226
16. Nakano, K., Matsumra, M and Kataoka, H., Application of a Rotating Ceramic Membrane to Dense Cell Culture. J. Ferment. Bioeng. Vol 76 No1 (1993) :49-54
17. Winston, W.S. and Sirkar, K. Membrane Handbook (1992)
18. Mateus, M. and Cabral, J.M.S., Modeling Membrane Filtration of Protein and Cell Suspensions in a Vortex Flow Filtration System. AIChe. J. Vol. 41. No.4 (1995) : 764-772.
19. Kataoka, K., Dot, H., Komai, T. Heat/Mass Transfer in Taylor Vortex Flow with Constant Axial Flow Rates. Int. J. Heat Mass Transfer. Vol. 20 (1977) : 57-63
20. Lieber, J. Hydrodynamics of the Annular Gap Flow between Permeable Cylinder Walls. Escher Wyss News 2/1978-1/1979 : 24-30.
21. Kataoka, K., Dot, H., Hongo, T. and Futagawa, M. Ideal Plug-Flow Properties of Taylor Vortex Flow. Chem. Eng. Japan Vol 8 No.6 (1975) : 472-476
22. Belfort, G., Pimblex, J. M., Greinenr, A. and Chung, K.Y., Diagnosis of Membrane Fouling Using a Rotating Annular Filter : Cell Culture Media, J. Mem. Sci. 77 (1993) : 1-22.
- 23.....Dilute Particle Suspension of know Partial Size. J. Mem. Sci. 77 (1993) : 23-39.

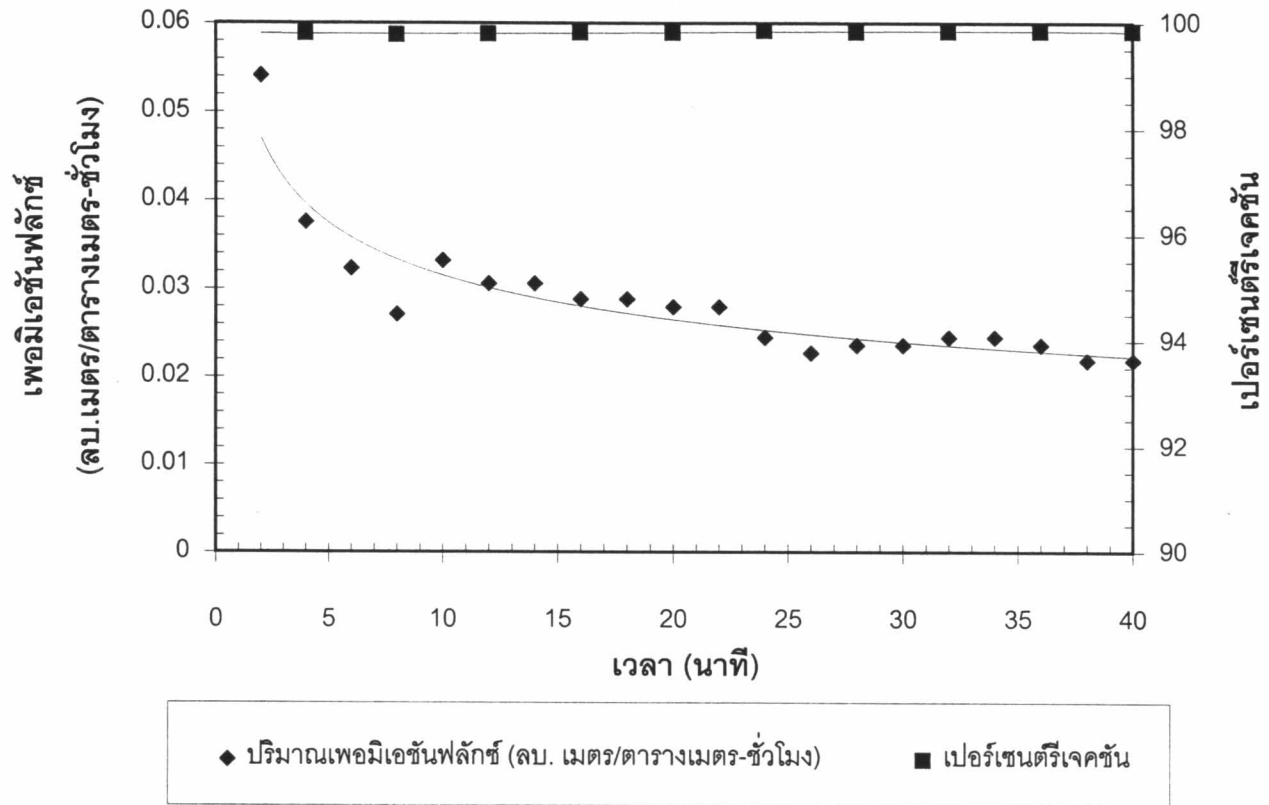
24. Charles, S. and Robert, H.D., Protein Recovery from Cell Debris Using Rotary and Tangential Cross-Flow Microfiltration. Biotechnol. Bioeng. Vol. 47 (1995) : 155-164.
25. A. Rushton and G.S. Zhang, Rotary Microporous Filtration. Desalination, Vol.70(1988) : 379-394
26. Ulrich B. Holeschovsky and Charles L. Cooney, Filtration device, AIChE Journal, Vol.37(1991)
27. T. Murase, E.Iritani, P. Chidphong, K.Kano, K.Atsumi and M.Shirato, High-speed microfiltration using a rotating, cylindrical, ceramic membrane, International Chemical Engineering, Vol. 31 (1991) : 370-378
28. วุฒิพงษ์ บุญนายวา. การกรองแบบไมโครฟิลเตรชันโดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกชนิดหมุนได้
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539
29. ศิริพงษ์ วิจารณ์. การควบคุมอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในสารป้อนเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตของพอลิ-บีต้า-ไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697 ในถังปฏิกรณ์ชีวมวลแบบกึ่งต่อเนื่อง วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539
30. อภิชาติ แสงรุ่งเรืองกิจ. การผลิตพอลิ-บีต้า-ไฮดรอกซีบิวทิเรตโดย *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697 ในถังปฏิกรณ์ชีวมวลด้วยการใช้ไมโครฟิลเตรชัน วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตาราง ก.1 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล
โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0541	62	0.0541	-
4	0.0375	43	0.0916	99.81
6	0.0323	37	0.1239	-
8	0.0270	31	0.1510	99.78
10	0.0332	38	0.1841	-
12	0.0305	35	0.2146	99.80
14	0.0305	35	0.2452	-
16	0.0288	33	0.2740	99.82
18	0.0288	33	0.3028	-
20	0.0279	32	0.3307	99.82
22	0.0279	32	0.3586	-
24	0.0244	28	0.3831	99.86
26	0.0227	26	0.4057	-
28	0.0236	27	0.4293	99.84
30	0.0236	27	0.4529	-
32	0.0244	28	0.4773	99.85
34	0.0244	28	0.5017	-
36	0.0236	27	0.5253	99.85
38	0.0218	25	0.5471	-
40	0.0218	25	0.5689	99.85

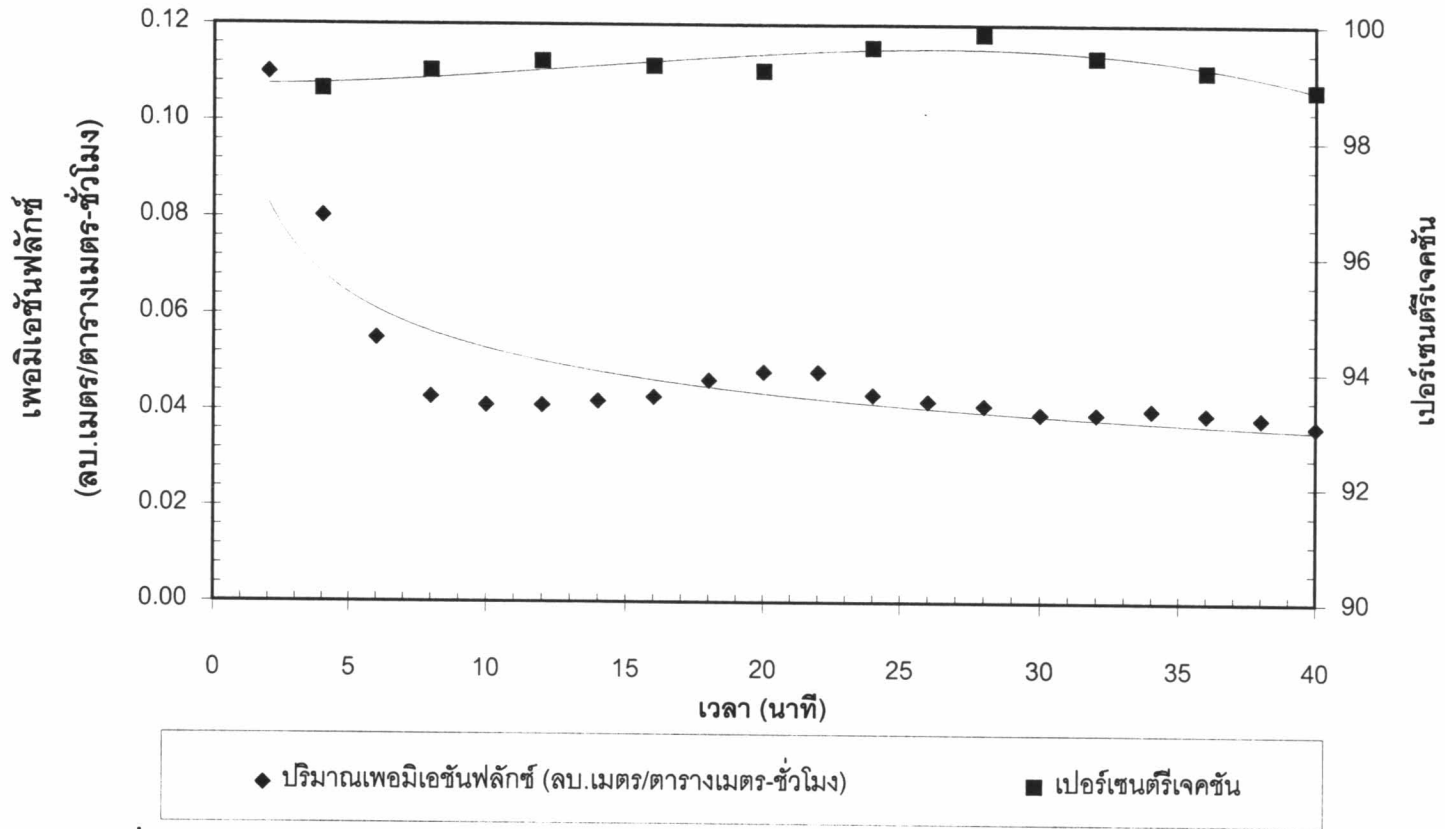


รูปที่ ก.1 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา

ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.2 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอเมอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอเมอเท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอเมอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1099	126	0.1099	-
4	0.0803	92	0.1902	98.88
6	0.0550	63	0.2452	-
8	0.0428	49	0.2879	99.20
10	0.0410	47	0.3290	-
12	0.0410	47	0.3700	99.36
14	0.0419	48	0.4118	-
16	0.0428	49	0.4546	99.28
18	0.0462	53	0.5008	-
20	0.0480	55	0.5488	99.20
22	0.0480	55	0.5968	-
24	0.0432	49.5	0.6400	99.60
26	0.0419	48	0.6819	-
28	0.0410	47	0.7229	99.84
30	0.0393	45	0.7622	-
32	0.0393	45	0.8014	99.44
34	0.0401	46	0.8416	-
36	0.0393	45	0.8808	99.20
38	0.0384	44	0.9192	-
40	0.0366	42	0.9559	98.88

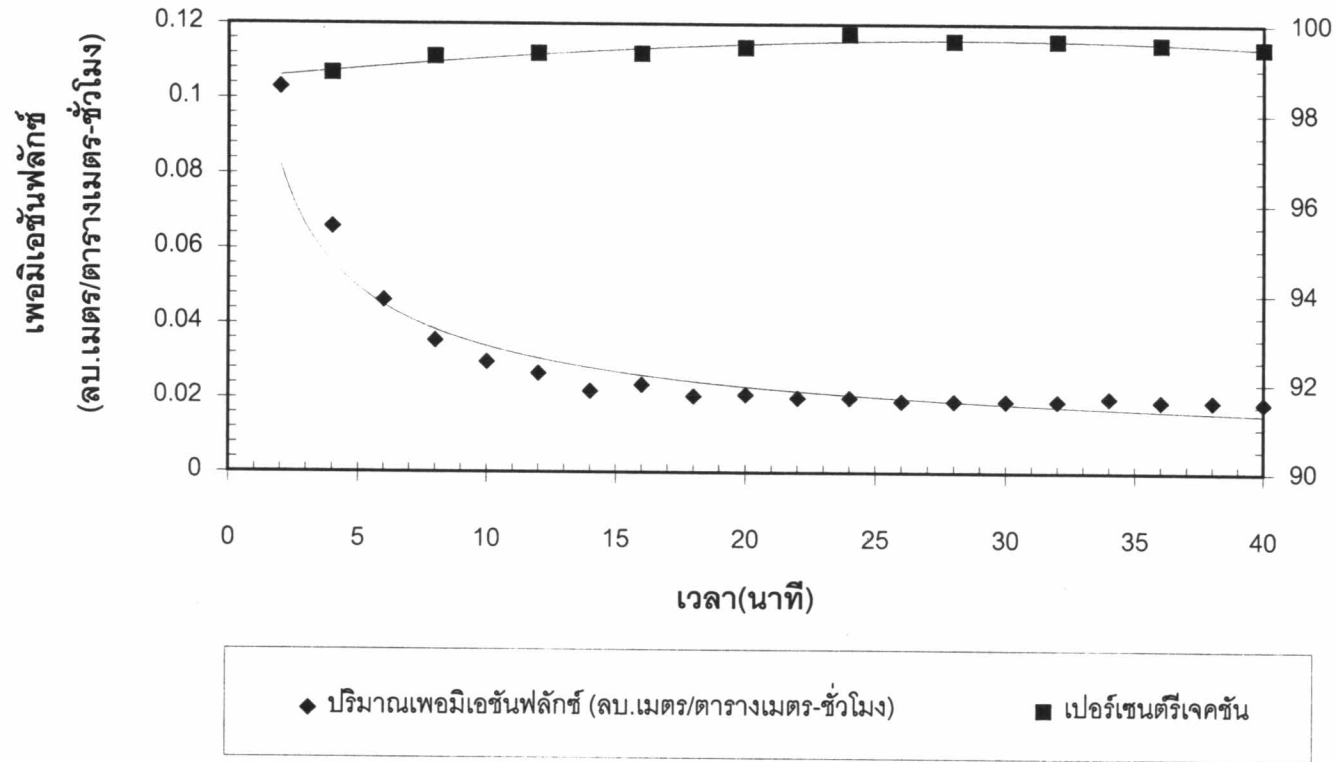


รูปที่ ก. 2 แสดงค่าเพอมีเอชันฟอสเฟตและเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุนที่ 500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.3 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน

44.2 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

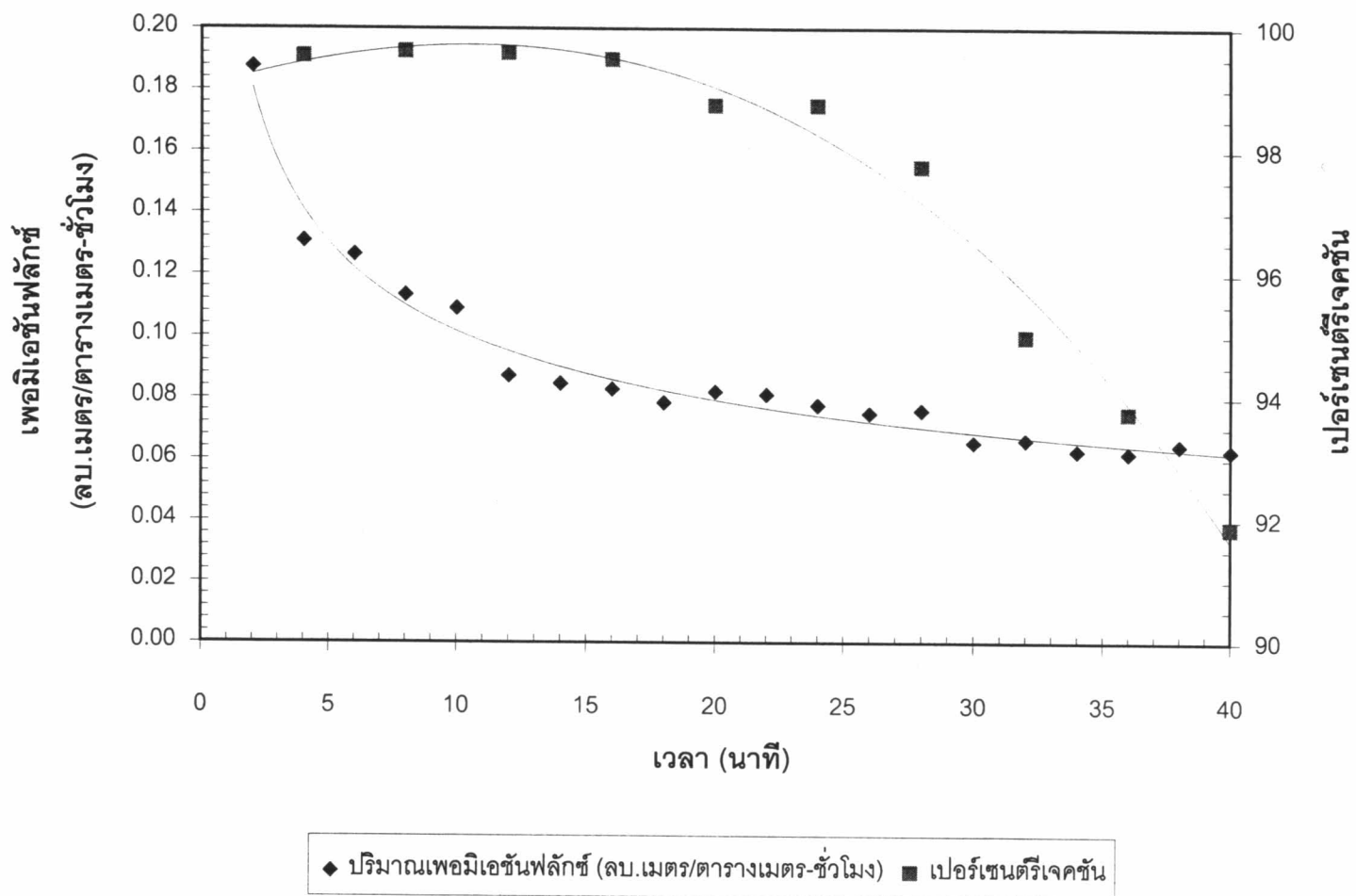
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1030	118	0.1030	-
4	0.0659	75.5	0.1688	98.89
6	0.0462	53	0.2151	-
8	0.0353	40.5	0.2504	99.26
10	0.0297	34	0.2801	-
12	0.0266	30.5	0.3067	99.33
14	0.0218	25	0.3285	-
16	0.0236	27	0.3521	99.33
18	0.0205	23.5	0.3726	-
20	0.0209	24	0.3935	99.48
22	0.0201	23	0.4136	-
24	0.0201	23	0.4337	99.78
26	0.0192	22	0.4529	-
28	0.0192	22	0.4721	99.63
30	0.0192	22	0.4913	-
32	0.0192	22	0.5104	99.63
34	0.0201	23	0.5305	-
36	0.0192	22	0.5497	99.56
38	0.0192	22	0.5689	-
40	0.0188	21.5	0.5877	99.48



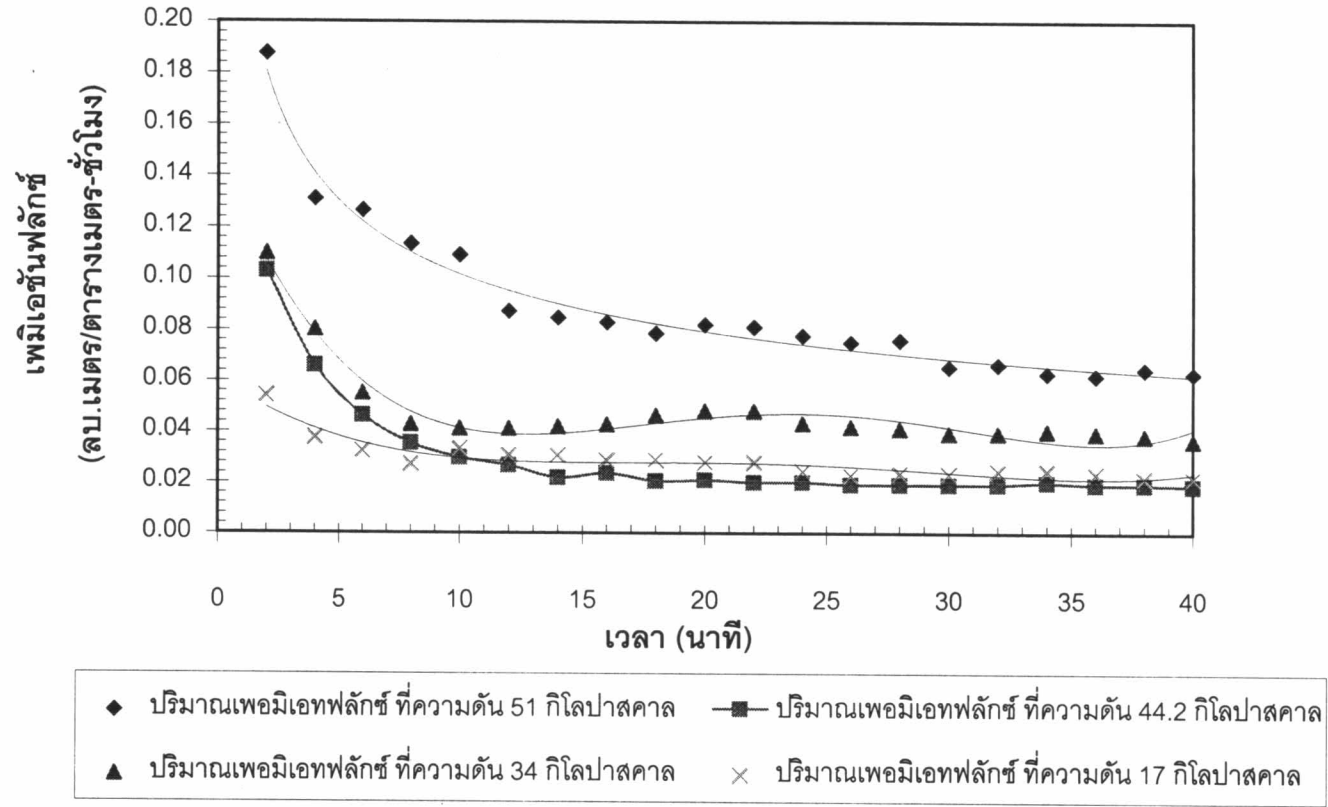
รูปที่ ก. 3 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันกับเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.4 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
51 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

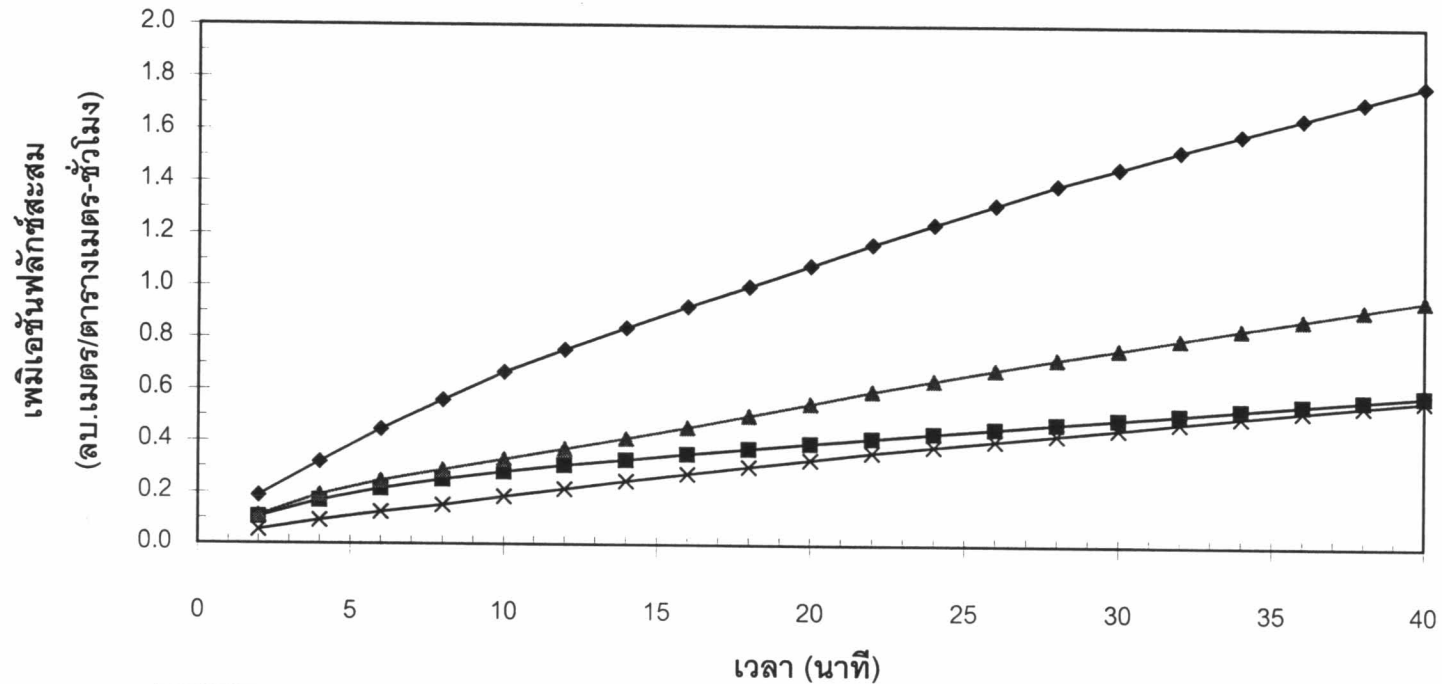
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1876	215	0.1876	-
4	0.1309	150	0.3185	99.55
6	0.1265	145	0.4450	-
8	0.1134	130	0.5584	99.63
10	0.1091	125	0.6675	-
12	0.0873	100	0.7548	99.60
14	0.0846	97	0.8394	-
16	0.0829	95	0.9223	99.50
18	0.0785	90	1.0008	-
20	0.0820	94	1.0828	98.75
22	0.0811	93	1.1640	-
24	0.0777	89	1.2417	98.75
26	0.0750	86	1.3167	-
28	0.0759	87	1.3926	97.75
30	0.0654	75	1.4580	-
32	0.0663	76	1.5244	95.00
34	0.0628	72	1.5872	-
36	0.0620	71	1.6491	93.75
38	0.0646	74	1.7137	-
40	0.0628	72	1.7765	91.88



รูปที่ ก. 4 แสดงค่าเพอมีเอชันและเปอร์เซนตริเจคชันต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 51 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหนุนที่ 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ก. 5 แสดงปริมาณเพมิเอชันฟลักซ์ต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตรความดันต่าง ๆ โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

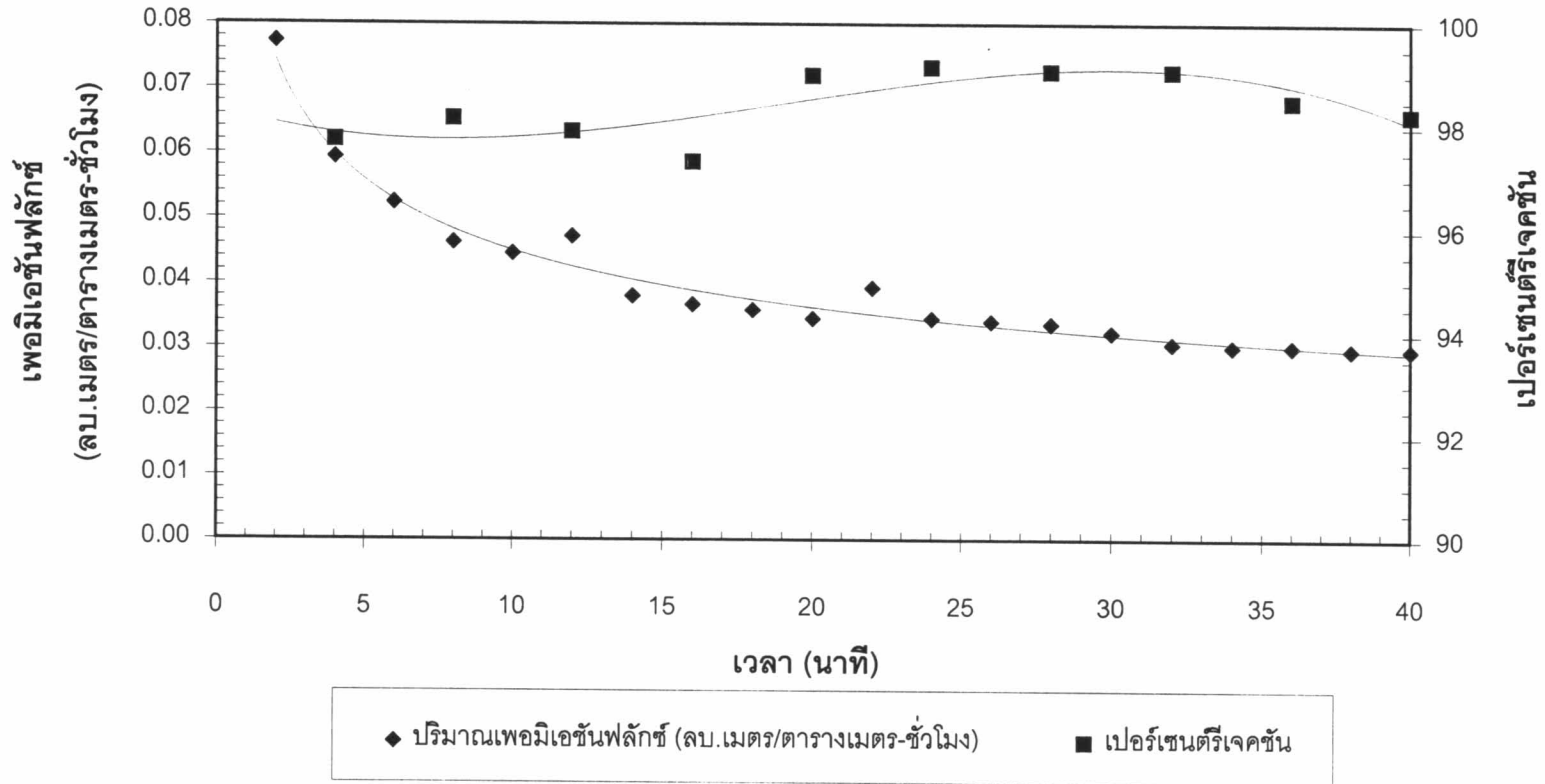


◆ ปริมาณเพมิเอชันสะสม ที่ความดัน 51 กิโลปาสคาล ■ ปริมาณเพมิเอชันสะสม ที่ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล
 ▲ ปริมาณเพมิเอชันสะสม ที่ความดัน 34 กิโลปาสคาล × ปริมาณเพมิเอชันสะสม ที่ความดัน 17 กิโลปาสคาล

รูปที่ ก. 6 แสดงปริมาณเพมิเอชันสะสมต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันต่าง ๆ โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.5 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที

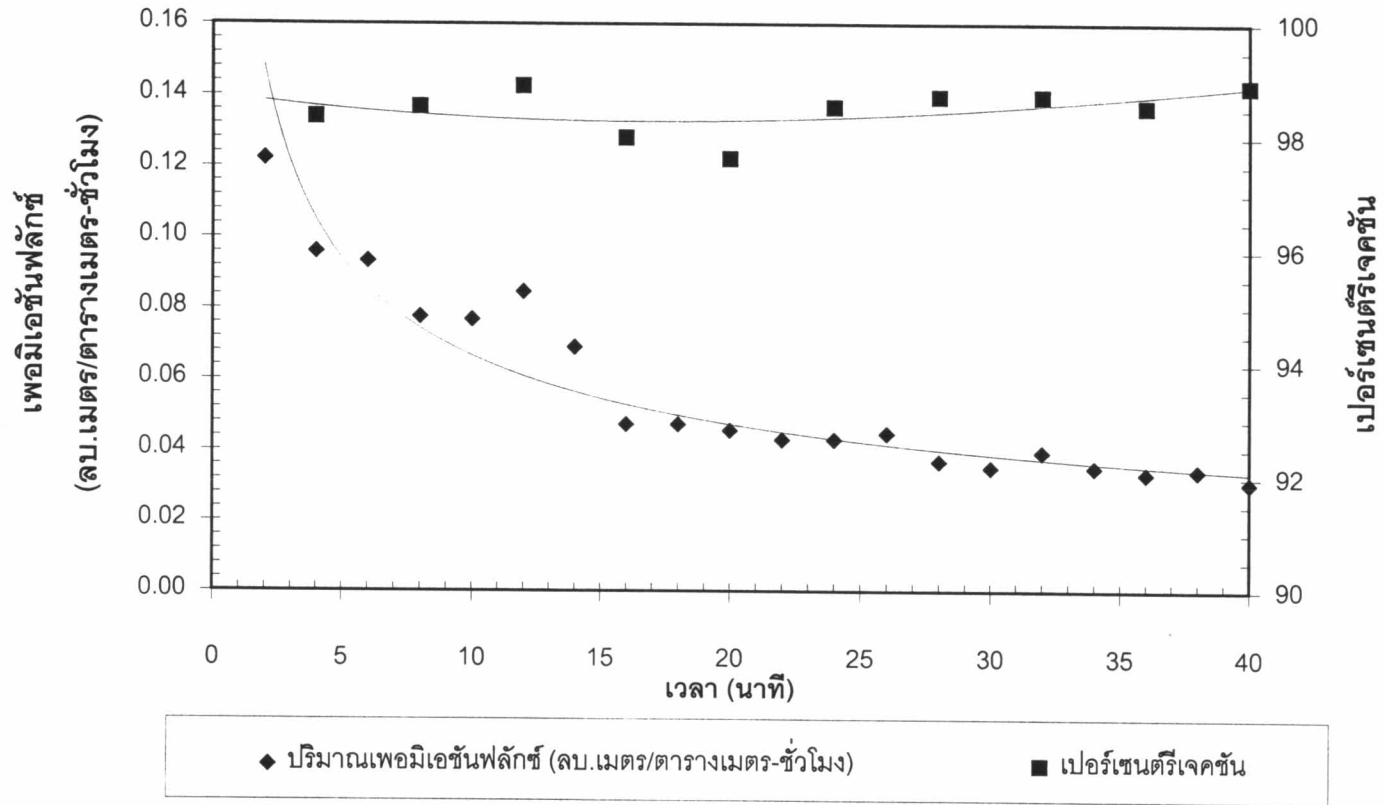
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0772	88.5	0.0772	-
4	0.0593	68	0.1366	97.75
6	0.0524	60	0.1889	-
8	0.0462	53	0.2352	98.17
10	0.0445	51	0.2797	-
12	0.0471	54	0.3268	97.92
14	0.0380	43.5	0.3647	-
16	0.0366	42	0.4014	97.33
18	0.0358	41	0.4372	-
20	0.0345	39.5	0.4716	99.00
22	0.0393	45	0.5109	-
24	0.0345	39.5	0.5454	99.17
26	0.0340	39	0.5794	-
28	0.0336	38.5	0.6130	99.08
30	0.0323	37	0.6453	-
32	0.0305	35	0.6758	99.08
34	0.0301	34.5	0.7059	-
36	0.0301	34.5	0.7360	98.50
38	0.0297	34	0.7657	-
40	0.0297	34	0.7953	98.25



รูปที่ ก. 7 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที

ตาราง ก.6 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที

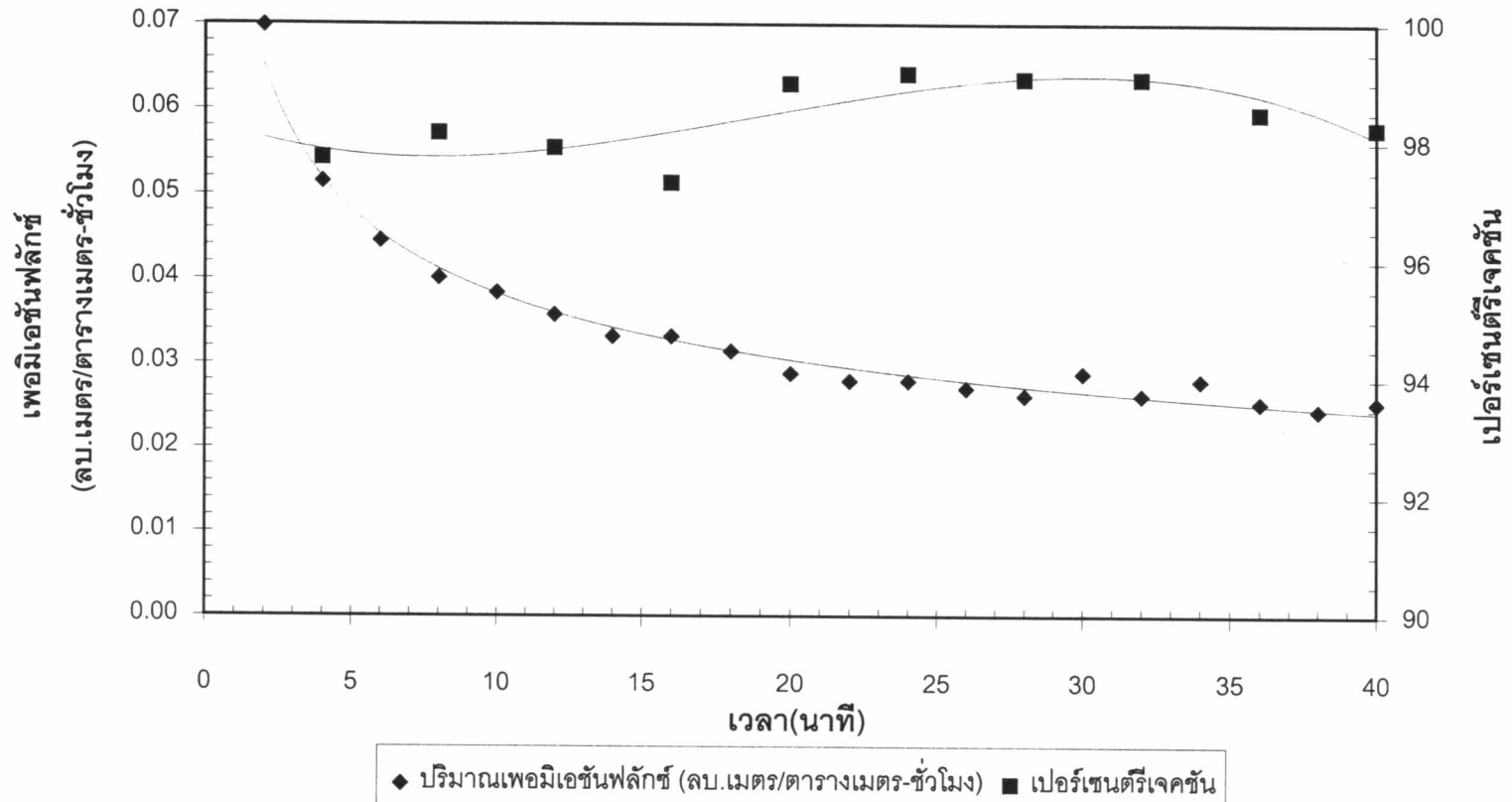
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเทท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1222	140	0.1222	-
4	0.0960	110	0.2181	98.36
6	0.0934	107	0.3115	-
8	0.0777	89	0.3892	98.55
10	0.0768	88	0.4659	-
12	0.0846	97	0.5506	98.91
14	0.0689	79	0.6195	-
16	0.0471	54	0.6666	98.00
18	0.0471	54	0.7138	-
20	0.0454	52	0.7591	97.64
22	0.0428	49	0.8019	-
24	0.0428	49	0.8446	98.55
26	0.0445	51	0.8891	-
28	0.0366	42	0.9258	98.73
30	0.0349	40	0.9607	-
32	0.0393	45	1.0000	98.73
34	0.0349	40	1.0349	-
36	0.0332	38	1.0680	98.55
38	0.0340	39	1.1020	-
40	0.0305	35	1.1326	98.91



รูปที่ ก. 8 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตรความดัน 34 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุนที่ 900 รอบต่อนาที

ตาราง ก.7 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
44.2 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที

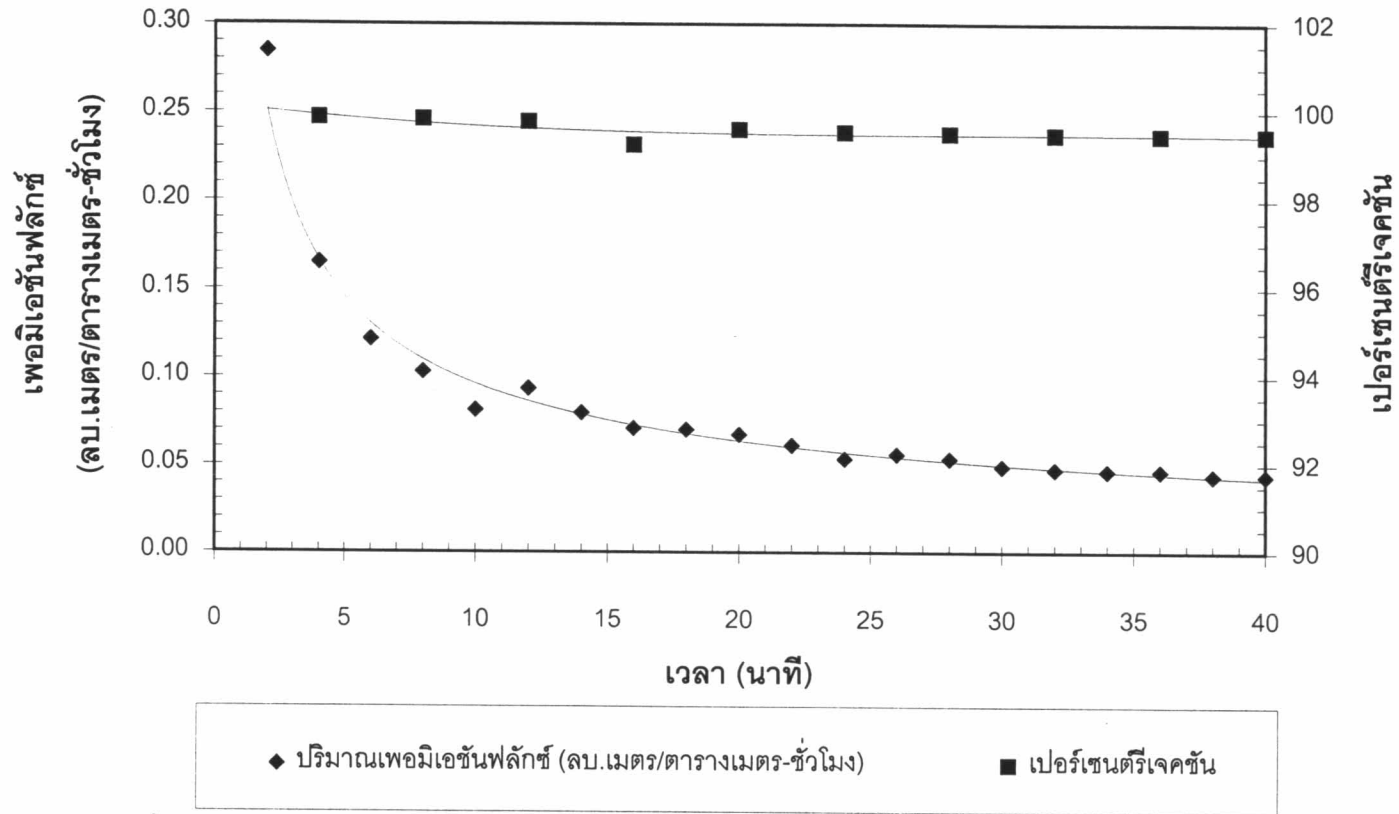
เวลา (นาที)	ปริมาณเพมิเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพมิเซท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพมิเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0698	80	0.0698	-
4	0.0515	59	0.1213	97.75
6	0.0445	51	0.1658	-
8	0.0401	46	0.2059	98.17
10	0.0384	44	0.2443	-
12	0.0358	41	0.2801	97.92
14	0.0332	38	0.3132	-
16	0.0332	38	0.3464	97.33
18	0.0314	36	0.3778	-
20	0.0288	33	0.4066	99.00
22	0.0279	32	0.4345	-
24	0.0279	32	0.4625	99.17
26	0.0270	31	0.4895	-
28	0.0262	30	0.5157	99.08
30	0.0288	33	0.5445	-
32	0.0262	30	0.5707	99.08
34	0.0279	32	0.5986	-
36	0.0253	29	0.6239	98.50
38	0.0244	28	0.6483	-
40	0.0253	29	0.6736	98.25



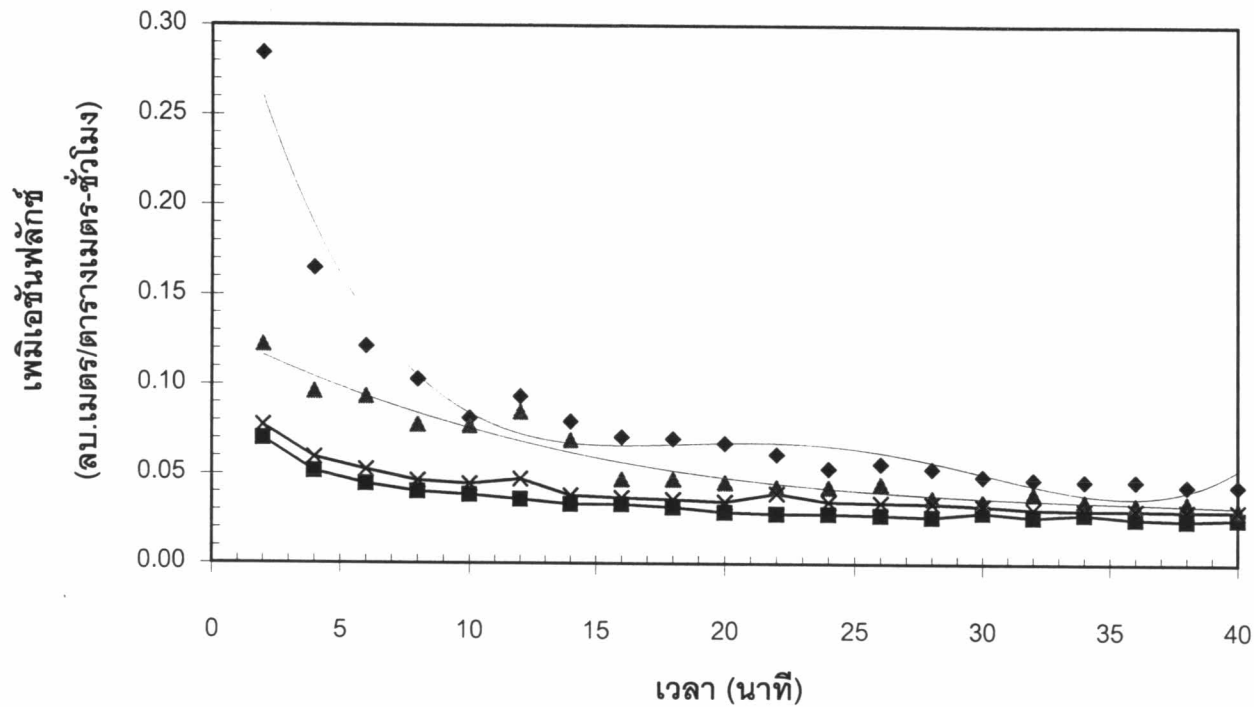
รูปที่ ก. 9 แสดงค่าเพอมีเอชันฟอสเฟตและเปอร์เซ็นต์ริเจคชันกับเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที

ตาราง ก.8 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
51 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเทท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.2845	326	0.2845	-
4	0.1649	189	0.4494	99.87
6	0.1213	139	0.5707	-
8	0.1030	118	0.6736	99.84
10	0.0811	93	0.7548	-
12	0.0934	107	0.8481	99.78
14	0.0794	91	0.9275	-
16	0.0707	81	0.9982	99.26
18	0.0698	80	1.0680	-
20	0.0672	77	1.1352	99.60
22	0.0611	70	1.1963	-
24	0.0532	61	1.2495	99.54
26	0.0558	64	1.3053	-
28	0.0532	61	1.3586	99.51
30	0.0489	56	1.4074	-
32	0.0471	54	1.4546	99.48
34	0.0462	53	1.5008	-
36	0.0462	53	1.5470	99.47
38	0.0436	50	1.5907	-
40	0.0436	50	1.6343	99.47

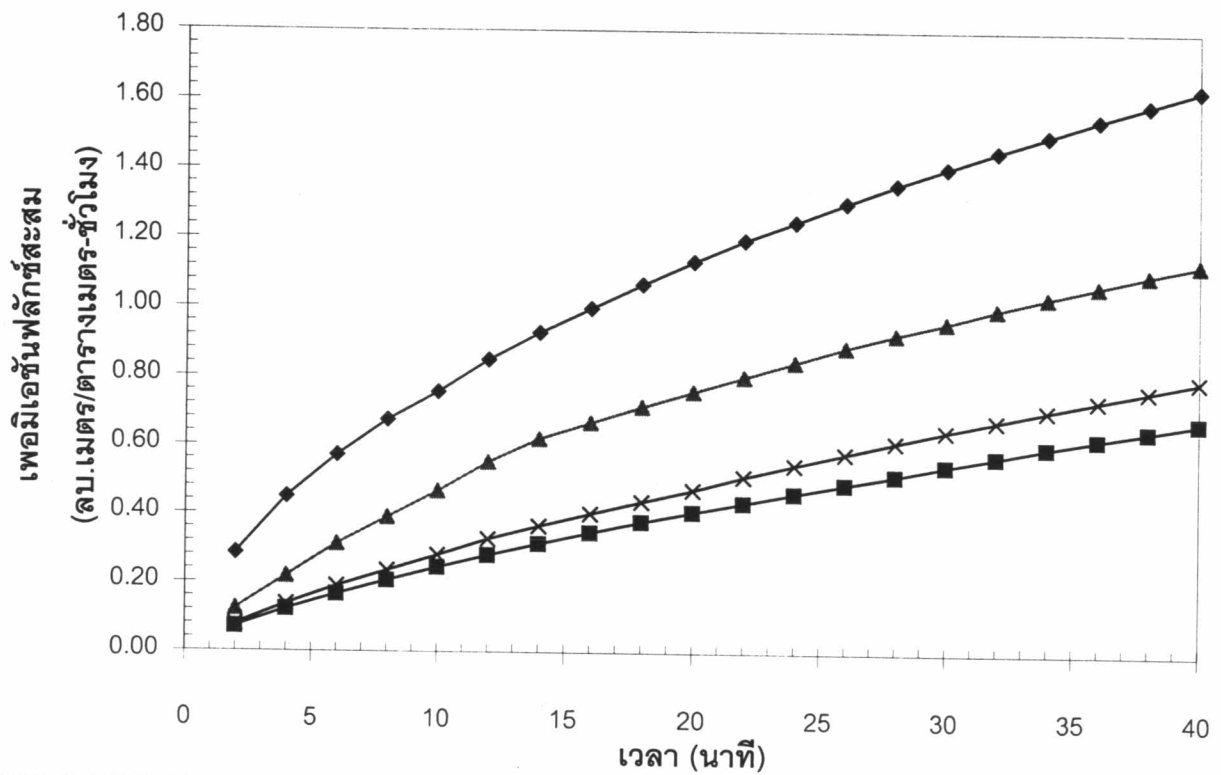


รูปที่ ก. 10 แสดงค่าเพอมีเอชันและเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 51 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุนที่ 900 รอบต่อนาที



◆ ที่ความดัน 51 กิโลปาสกาล ■ ที่ความดัน 44.2 กิโลปาสกาล ▲ ที่ความดัน 34 กิโลปาสกาล × ที่ความดัน 17 กิโลปาสกาล

รูปที่ ก. 11 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันต่าง ๆ โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที



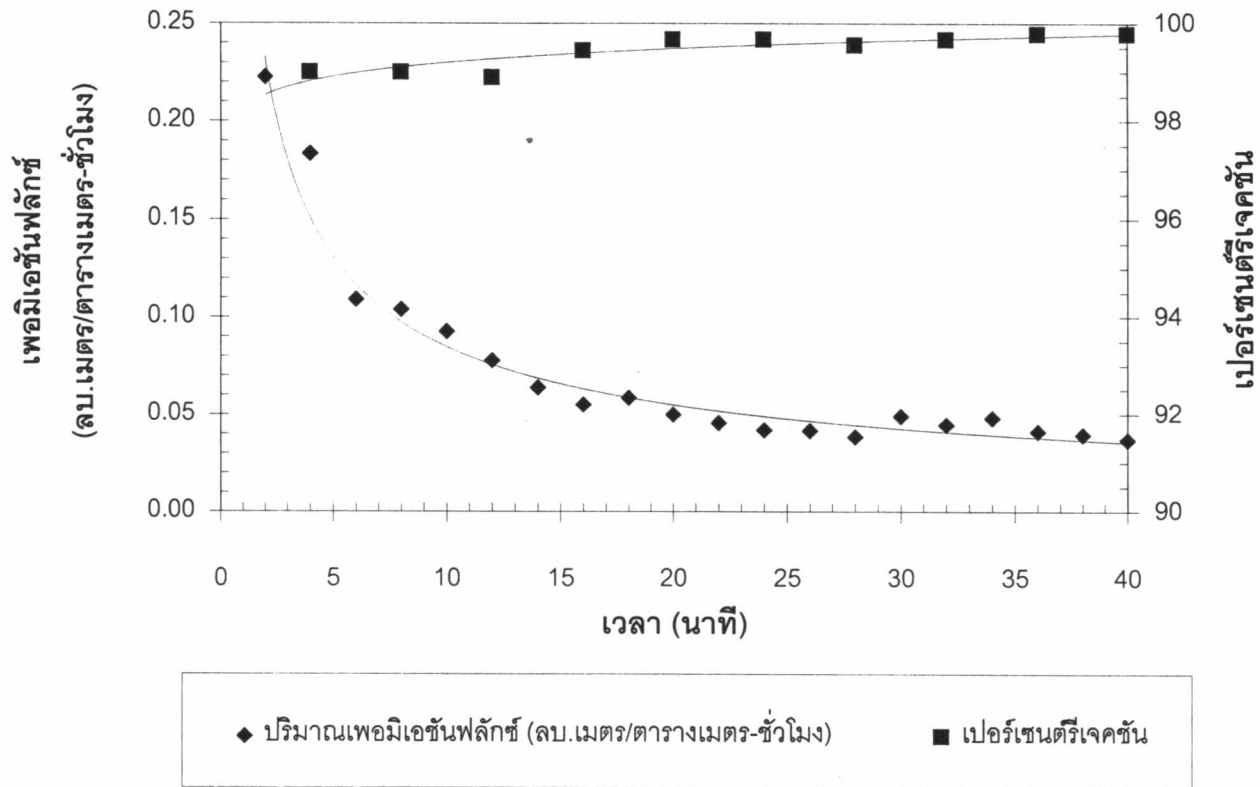
◆ ที่ความดัน 51 กิโลปาสคาล ■ ที่ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล ▲ ที่ความดัน 34 กิโลปาสคาล ✕ ที่ความดัน 17 กิโลปาสคาล

รูปที่ ก. 12 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสมต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันต่าง ๆ โดยเยื่อแผ่นหมุน 900 รอบต่อนาที

ตาราง ก.9 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน

17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

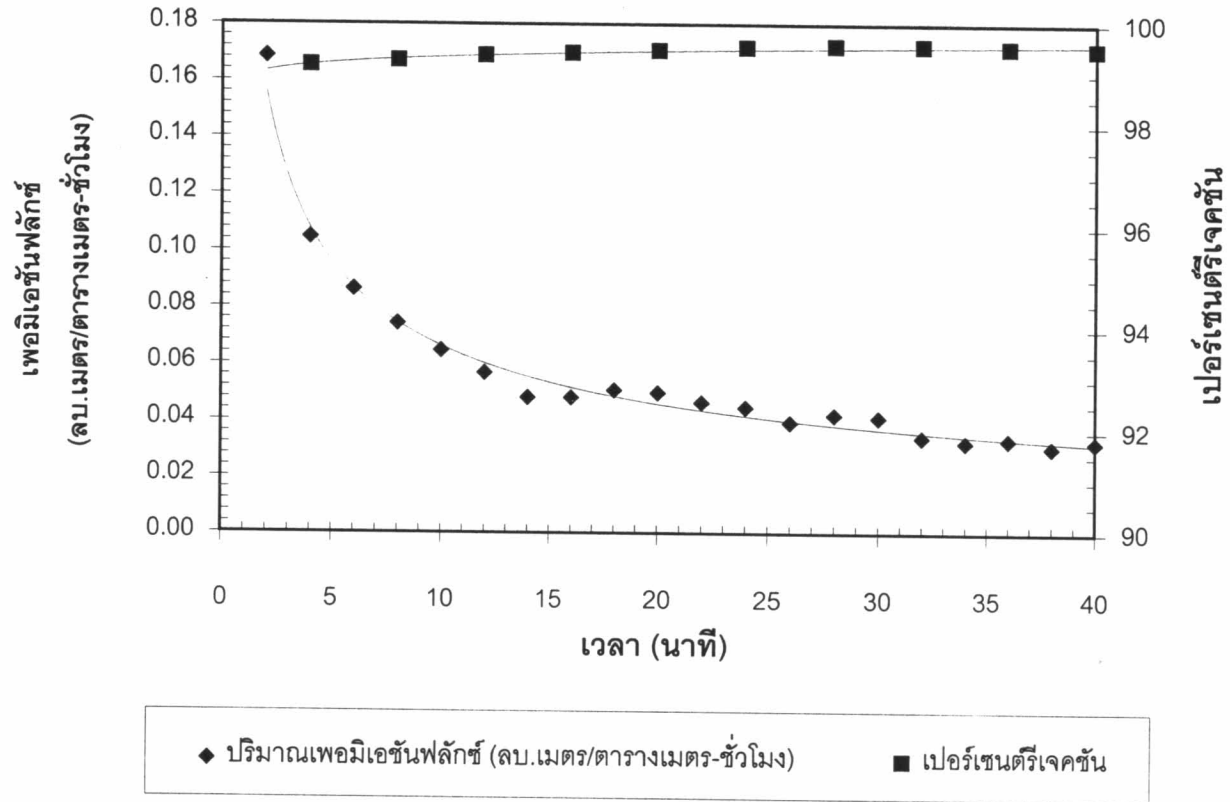
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.2225	255.0	0.2225	-
4	0.1832	210.0	0.4057	99.00
6	0.1091	125.0	0.5148	-
8	0.1038	119.0	0.6186	99.00
10	0.0925	106.0	0.7111	-
12	0.0777	89.0	0.7888	98.89
14	0.0637	73.0	0.8525	-
16	0.0550	63.0	0.9075	99.44
18	0.0585	67.0	0.9659	-
20	0.0497	57.0	1.0157	99.67
22	0.0454	52.0	1.0610	-
24	0.0419	48.0	1.1029	99.67
26	0.0414	47.5	1.1444	-
28	0.0384	44.0	1.1828	99.56
30	0.0489	56.0	1.2316	-
32	0.0445	51.0	1.2761	99.67
34	0.0480	55.0	1.3241	-
36	0.0410	47.0	1.3651	99.78
38	0.0393	45.0	1.4044	-
40	0.0366	42.0	1.4410	99.78



รูปที่ ก. 13 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

ตาราง ก.10 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1684	193.0	0.1684	-
4	0.1047	120.0	0.2731	99.18
6	0.0864	99.0	0.3595	-
8	0.0742	85.0	0.4337	99.28
10	0.0646	74.0	0.4982	-
12	0.0567	65.0	0.5549	99.38
14	0.0480	55.0	0.6029	-
16	0.0480	55.0	0.6509	99.43
18	0.0506	58.0	0.7015	-
20	0.0497	57.0	0.7513	99.48
22	0.0462	53.0	0.7975	-
24	0.0445	51.0	0.8420	99.55
26	0.0393	45.0	0.8813	-
28	0.0419	48.0	0.9232	99.58
30	0.0410	47.0	0.9642	-
32	0.0340	39.0	0.9982	99.58
34	0.0323	37.0	1.0305	-
36	0.0332	38.0	1.0637	99.55
38	0.0305	35.0	1.0942	-
40	0.0323	37.0	1.1265	99.52

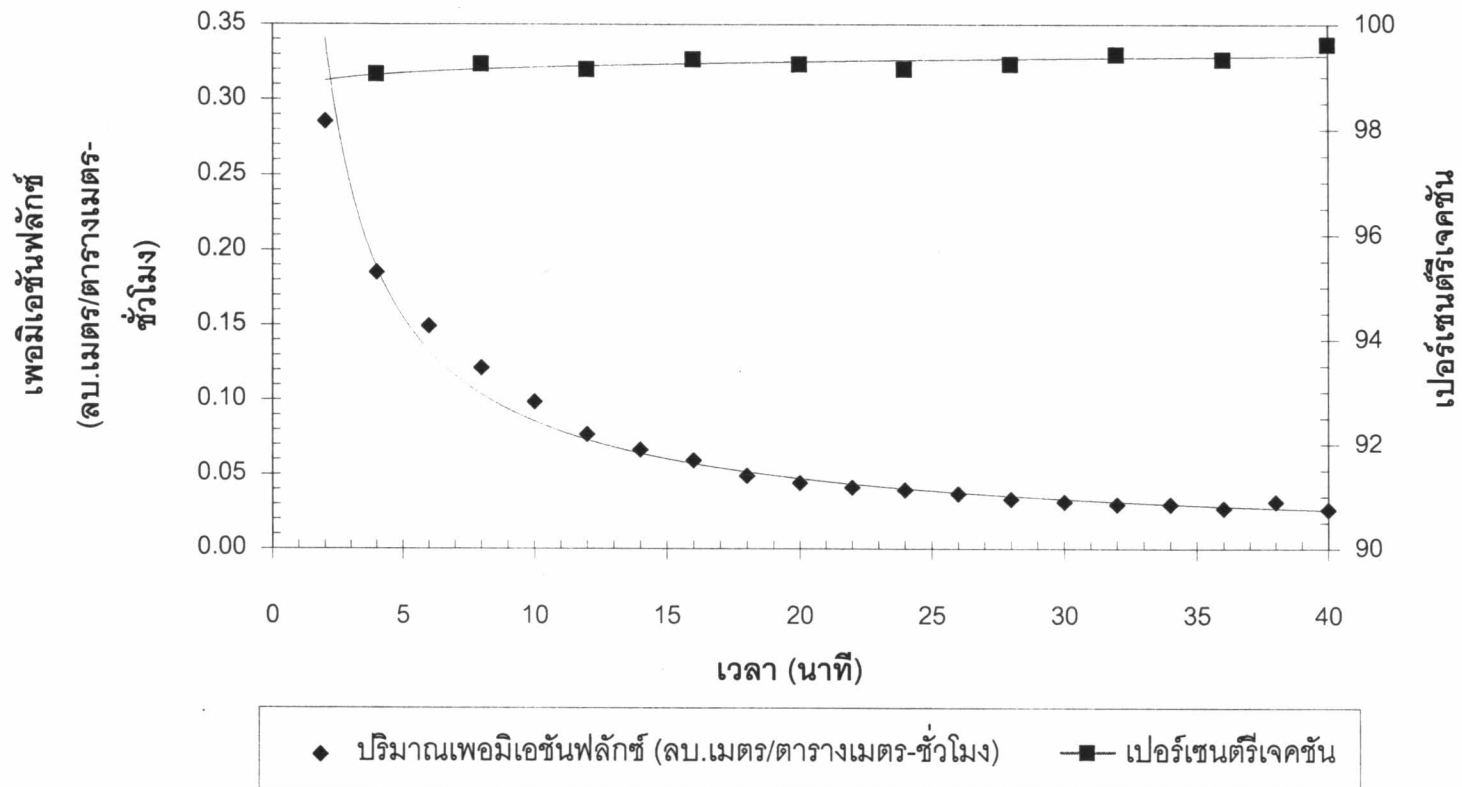


รูปที่ ก. 14 แสดงค่าปริมาณพอลิเมอร์ที่เติมและเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

ตาราง ก.11 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน

44.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

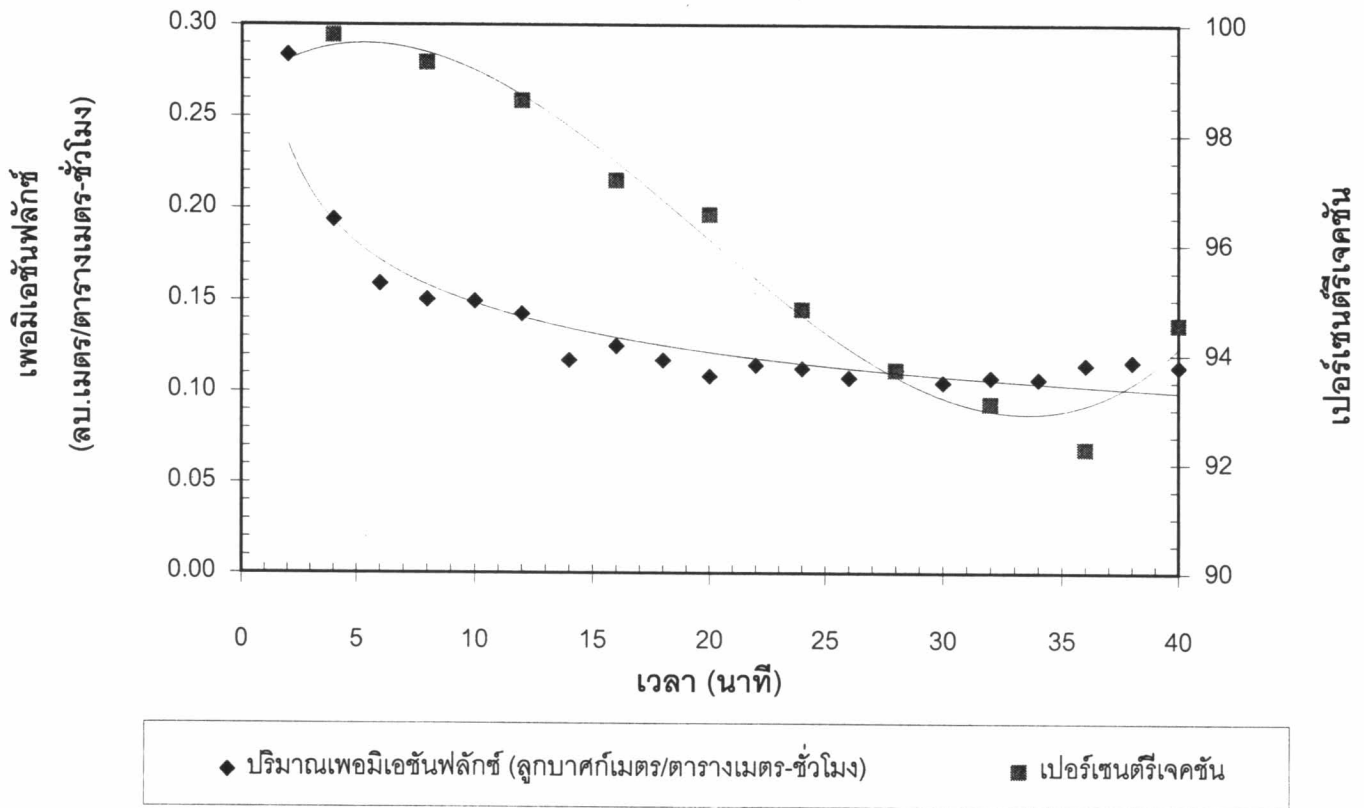
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.2853	327.0	0.2853	-
4	0.1850	212.0	0.4703	99.05
6	0.1492	171.0	0.6195	-
8	0.1213	139.0	0.7408	99.24
10	0.0986	113.0	0.8394	-
12	0.0768	88.0	0.9162	99.14
14	0.0663	76.0	0.9825	-
16	0.0593	68.0	1.0418	99.33
18	0.0489	56.0	1.0907	-
20	0.0441	50.5	1.1348	99.24
22	0.0410	47.0	1.1758	-
24	0.0393	45.0	1.2150	99.14
26	0.0366	42.0	1.2517	-
28	0.0332	38.0	1.2848	99.24
30	0.0314	36.0	1.3163	-
32	0.0297	34.0	1.3459	99.43
34	0.0297	34.0	1.3756	-
36	0.0270	31.0	1.4026	99.33
38	0.0314	36.0	1.4341	-
40	0.0262	30.0	1.4602	99.62



รูปที่ ก. 15 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซนต์รีเจคชันต่อเวลา
 ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหุ้ม 1200 รอบต่อนาที

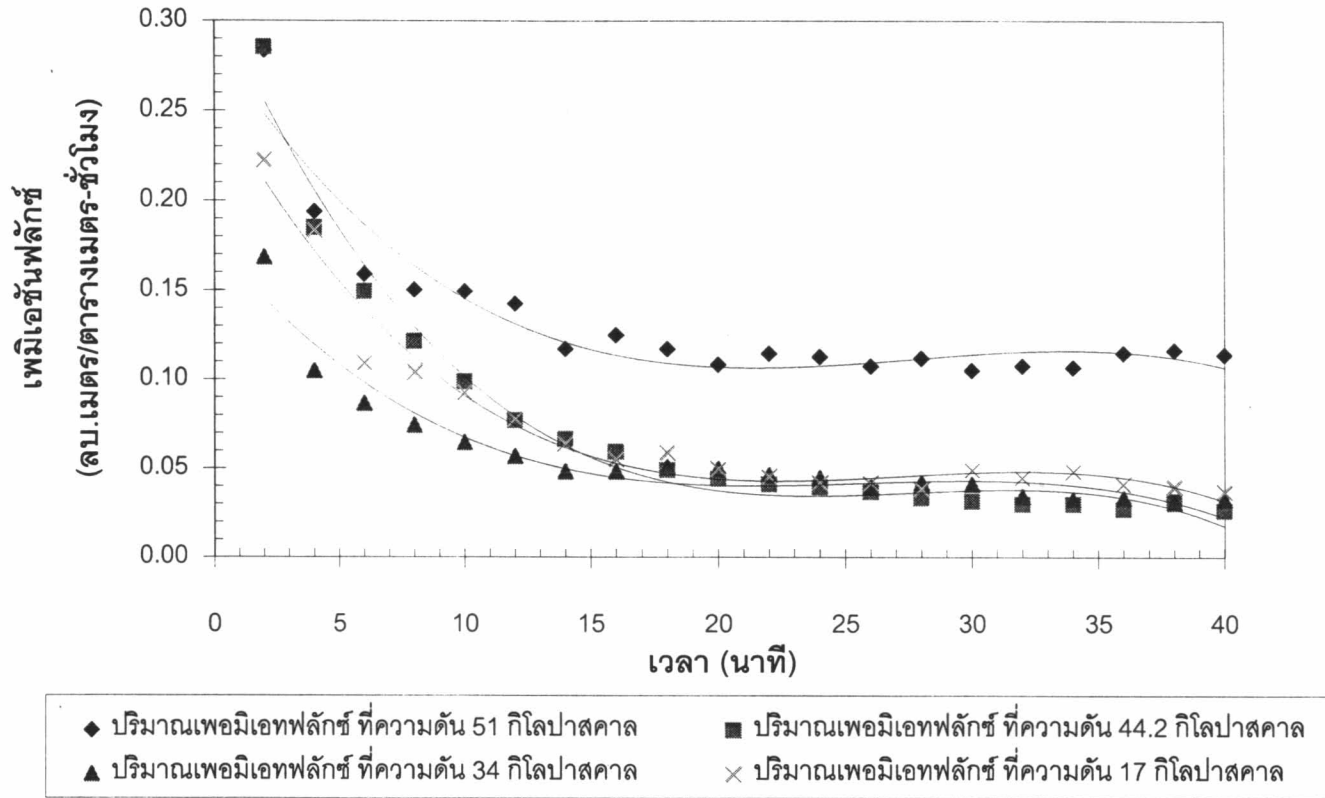
ตารางก.12 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
51 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเทท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.2836	325.0	0.2836	-
4	0.1937	222.0	0.4773	99.81
6	0.1588	182.0	0.6361	-
8	0.1501	172.0	0.7862	99.31
10	0.1492	171.0	0.9354	-
12	0.1422	163.0	1.0776	98.62
14	0.1169	134.0	1.1945	-
16	0.1248	143.0	1.3193	97.17
18	0.1169	134.0	1.4362	-
20	0.1082	124.0	1.5444	96.55
22	0.1143	131.0	1.6587	-
24	0.1126	129.0	1.7713	94.83
26	0.1073	123.0	1.8786	-
28	0.1117	128.0	1.9903	93.72
30	0.1047	120.0	2.0950	-
32	0.1073	123.0	2.2023	93.10
34	0.1065	122.0	2.3088	-
36	0.1143	131.0	2.4231	92.28
38	0.1161	133.0	2.5391	-
40	0.1134	130.0	2.6526	94.55

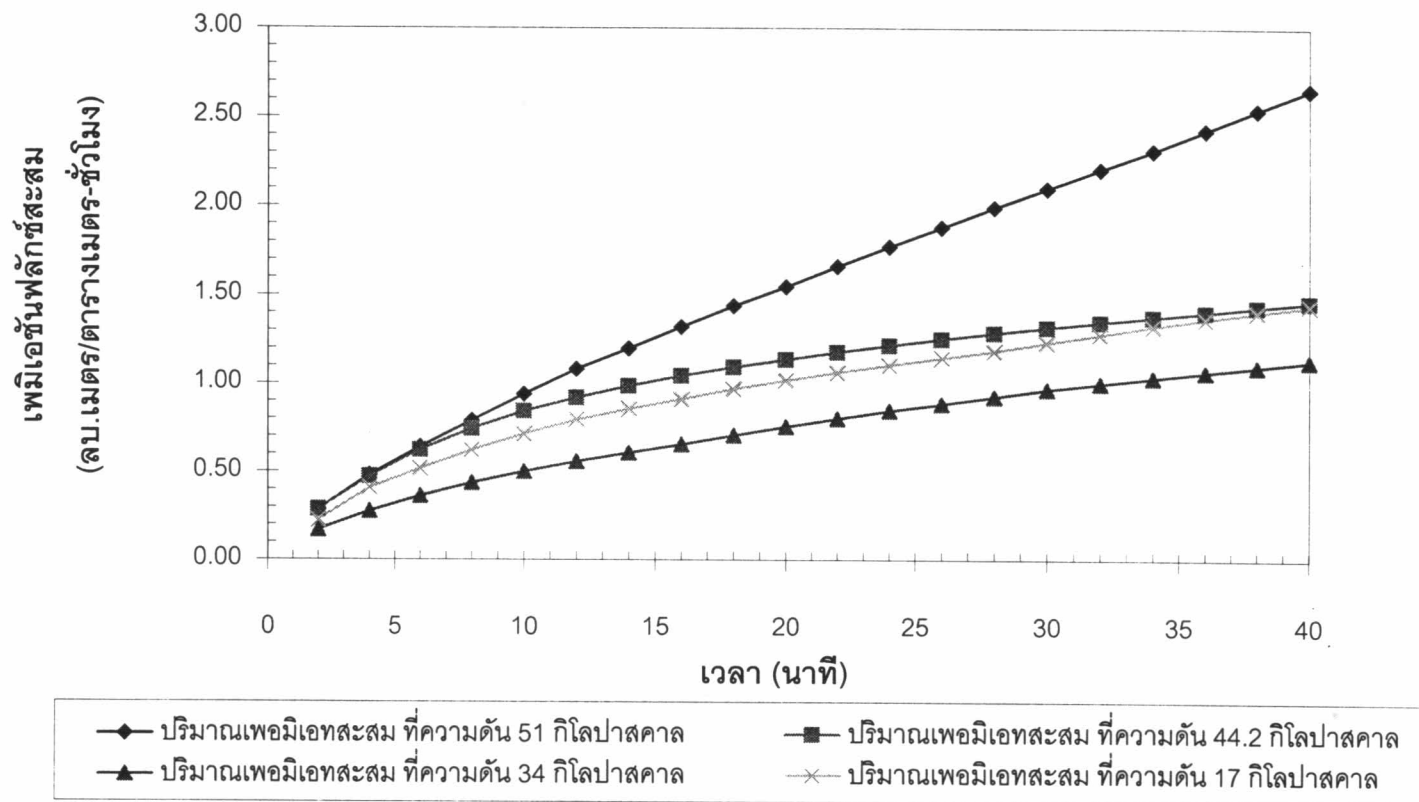


รูปที่ ก. 16 แสดงค่าปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา

ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 51 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที



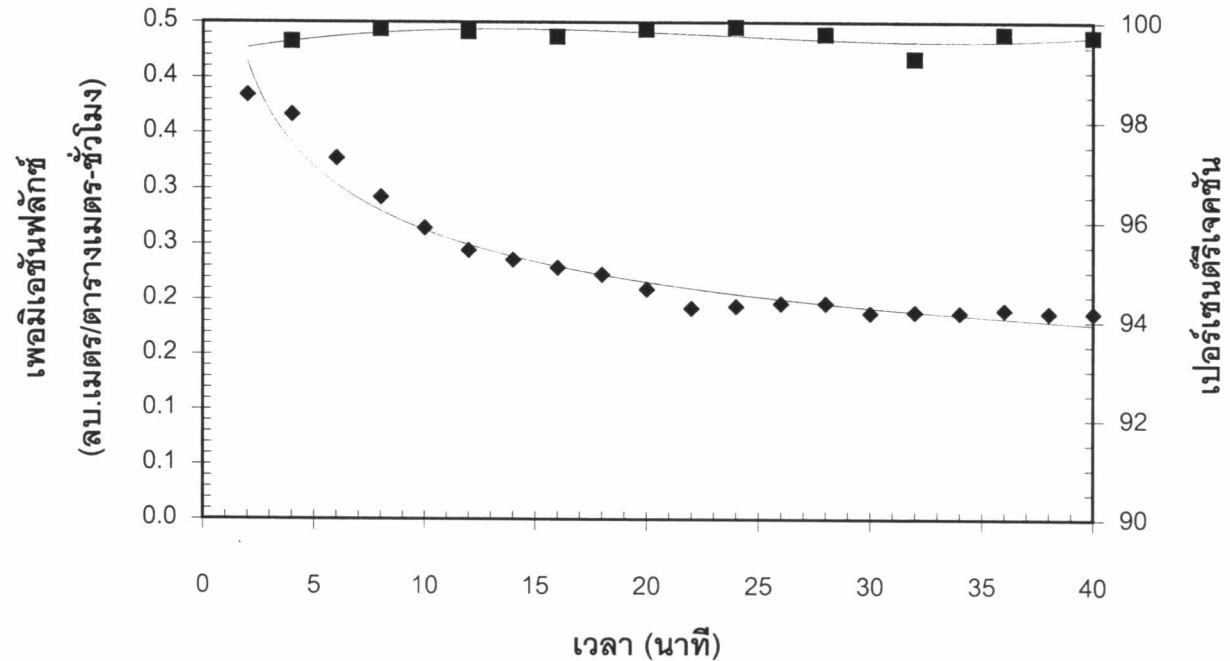
รูปที่ ก. 17 แสดงปริมาณเฟอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตรความดันต่าง ๆ โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที



รูปที่ ก. 18 แสดงปริมาณเพมิเอชันฟลักซ์สะสมต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันต่าง ๆ โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

ตาราง ก.13 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจกชัน
2	0.3839	440.0	0.3839	-
4	0.3665	420.0	0.7504	99.61
6	0.3272	375.0	1.0776	-
8	0.2923	335.0	1.3699	99.85
10	0.2644	303.0	1.6343	-
12	0.2443	280.0	1.8786	99.80
14	0.2356	270.0	2.1142	-
16	0.2286	262.0	2.3428	99.71
18	0.2225	255.0	2.5653	-
20	0.2094	240.0	2.7747	99.85
22	0.1920	220.0	2.9667	-
24	0.1937	222.0	3.1604	99.90
26	0.1963	225.0	3.3567	-
28	0.1963	225.0	3.5531	99.76
30	0.1876	215.0	3.7407	-
32	0.1885	216.0	3.9291	99.27
34	0.1876	215.0	4.1167	-
36	0.1902	218.0	4.3070	99.76
38	0.1876	215.0	4.4946	-
40	0.1876	215.0	4.6822	99.71

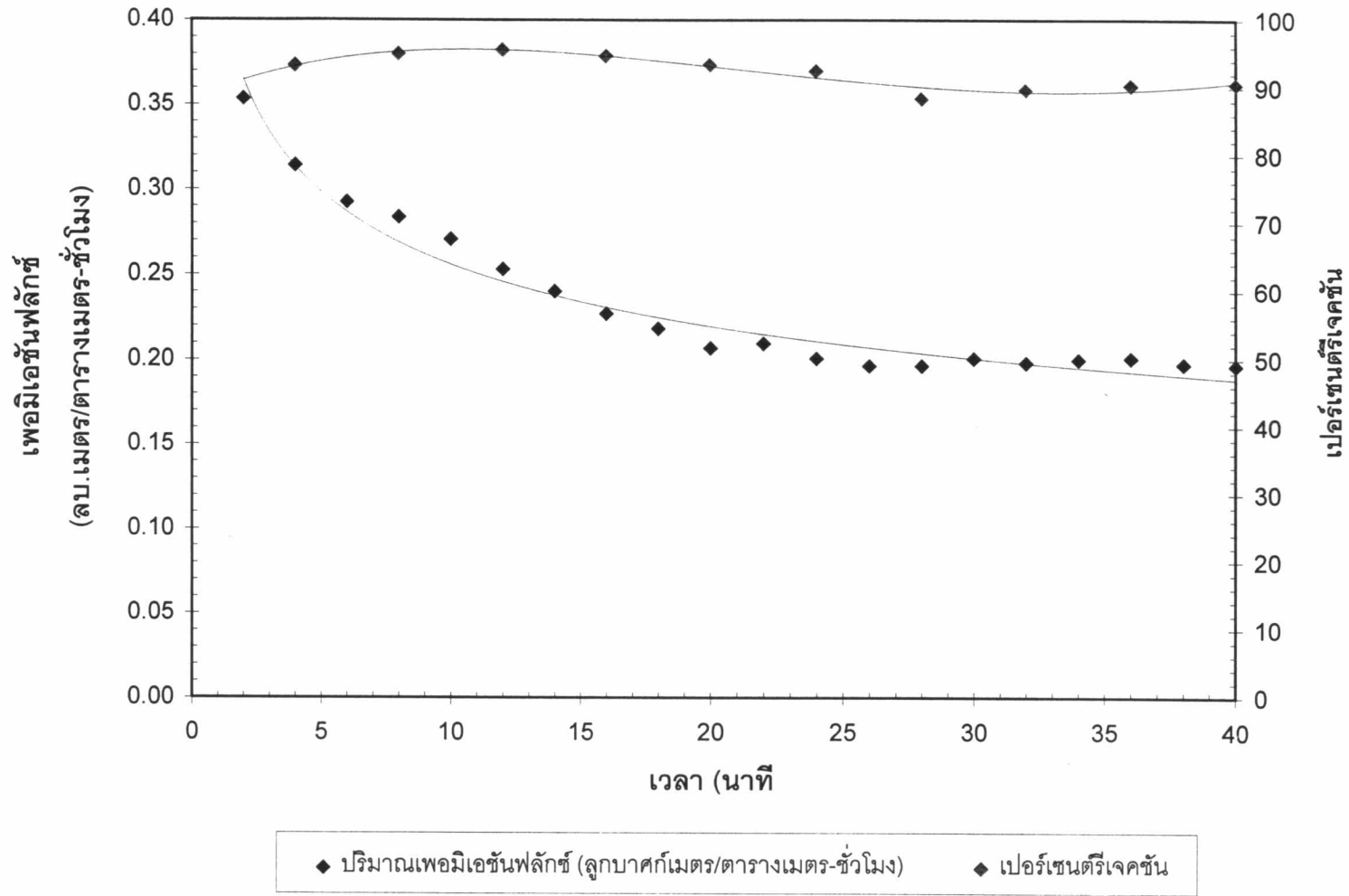


◆ ปริมาณพอลิเอทิลีนออกไซด์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง) ■ เปอร์เซนต์พีอีเจ

รูปที่ ก. 19 แสดงค่าพอลิเอทิลีนออกไซด์และเปอร์เซนต์พีอีเจต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.14 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเทท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.3534	405.0	0.3534	-
4	0.3141	360.0	0.6675	93.30
6	0.2923	335.0	0.9598	-
8	0.2836	325.0	1.2434	95.00
10	0.2705	310.0	1.5139	-
12	0.2530	290.0	1.7669	95.60
14	0.2400	275.0	2.0069	-
16	0.2269	260.0	2.2338	94.70
18	0.2181	250.0	2.4519	-
20	0.2068	237.0	2.6587	93.40
22	0.2094	240.0	2.8681	-
24	0.2007	230.0	3.0688	92.50
26	0.1963	225.0	3.2651	-
28	0.1963	225.0	3.4614	88.40
30	0.2007	230.0	3.6621	-
32	0.1981	227.0	3.8602	89.70
34	0.1998	229.0	4.0600	-
36	0.2007	230.0	4.2607	90.30
38	0.1972	226.0	4.4579	-
40	0.1963	225.0	4.6542	90.50

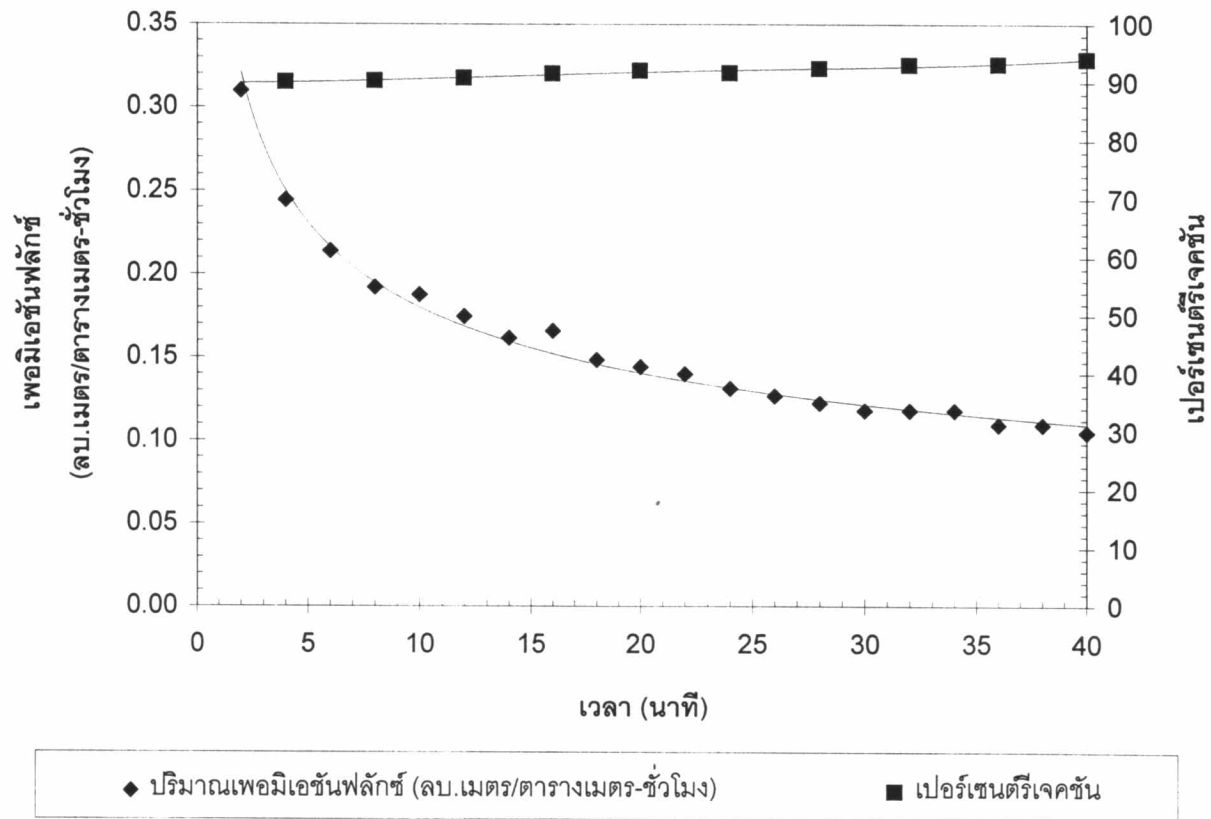


รูปที่ ก. 20 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์น้ำต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.15 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน

44.2 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

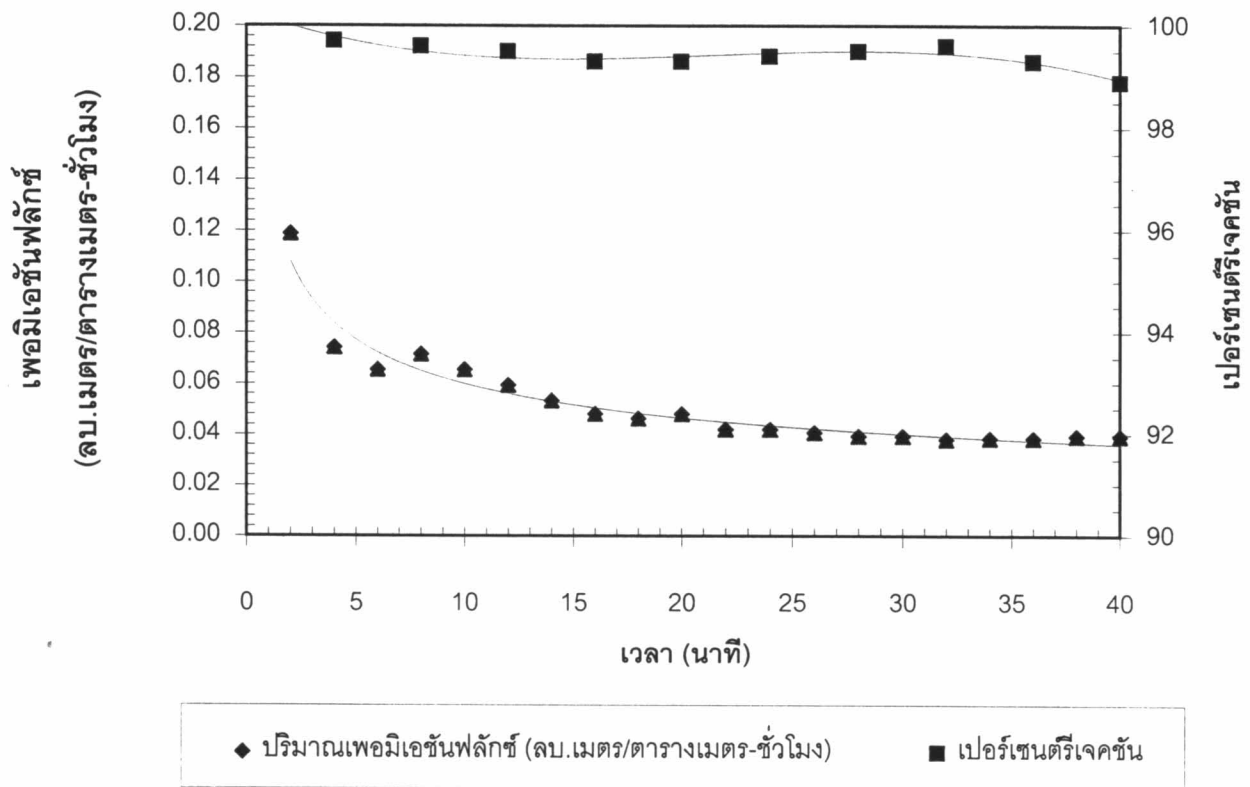
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.3098	355.0	0.3098	-
4	0.2443	280.0	0.5541	90.00
6	0.2138	245.0	0.7679	-
8	0.1920	220.0	0.9598	90.20
10	0.1876	215.0	1.1474	-
12	0.1745	200.0	1.3219	90.70
14	0.1614	185.0	1.4834	-
16	0.1658	190.0	1.6491	91.50
18	0.1483	170.0	1.7975	-
20	0.1440	165.0	1.9414	92.00
22	0.1396	160.0	2.0811	-
24	0.1309	150.0	2.2119	91.60
26	0.1265	145.0	2.3385	-
28	0.1222	140.0	2.4606	92.40
30	0.1178	135.0	2.5784	-
32	0.1178	135.0	2.6962	93.00
34	0.1178	135.0	2.8140	-
36	0.1091	125.0	2.9231	93.10
38	0.1091	125.0	3.0321	-
40	0.1047	120.0	3.1369	94.00



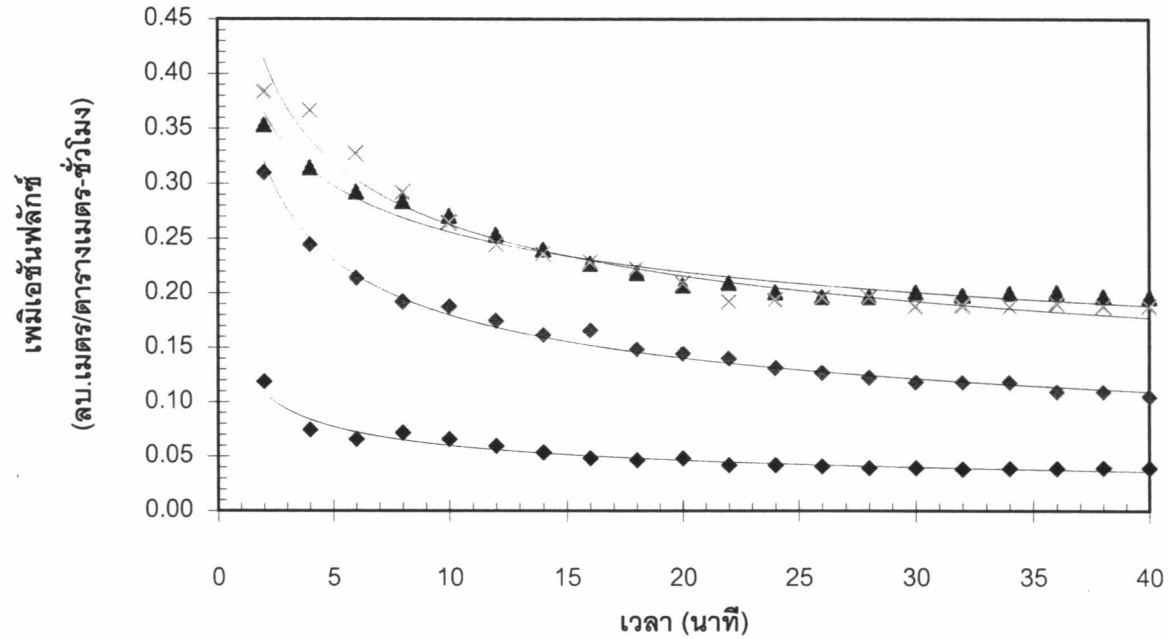
รูปที่ ก. 21 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 44.2 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.16 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
51 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1187	136.0	0.1187	-
4	0.0742	85.0	0.1928	99.70
6	0.0654	75.0	0.2583	-
8	0.0715	82.0	0.3298	99.60
10	0.0654	75.0	0.3953	-
12	0.0593	68.0	0.4546	99.50
14	0.0532	61.0	0.5078	-
16	0.0480	55.0	0.5558	99.30
18	0.0462	53.0	0.6021	-
20	0.0480	55.0	0.6501	99.30
22	0.0419	48.0	0.6919	-
24	0.0419	48.0	0.7338	99.40
26	0.0406	46.5	0.7744	-
28	0.0393	45.0	0.8137	99.50
30	0.0393	45.0	0.8529	-
32	0.0380	43.5	0.8909	99.60
34	0.0384	44.0	0.9293	-
36	0.0384	44.0	0.9677	99.30
38	0.0393	45.0	1.0069	-
40	0.0393	45.0	1.0462	98.90

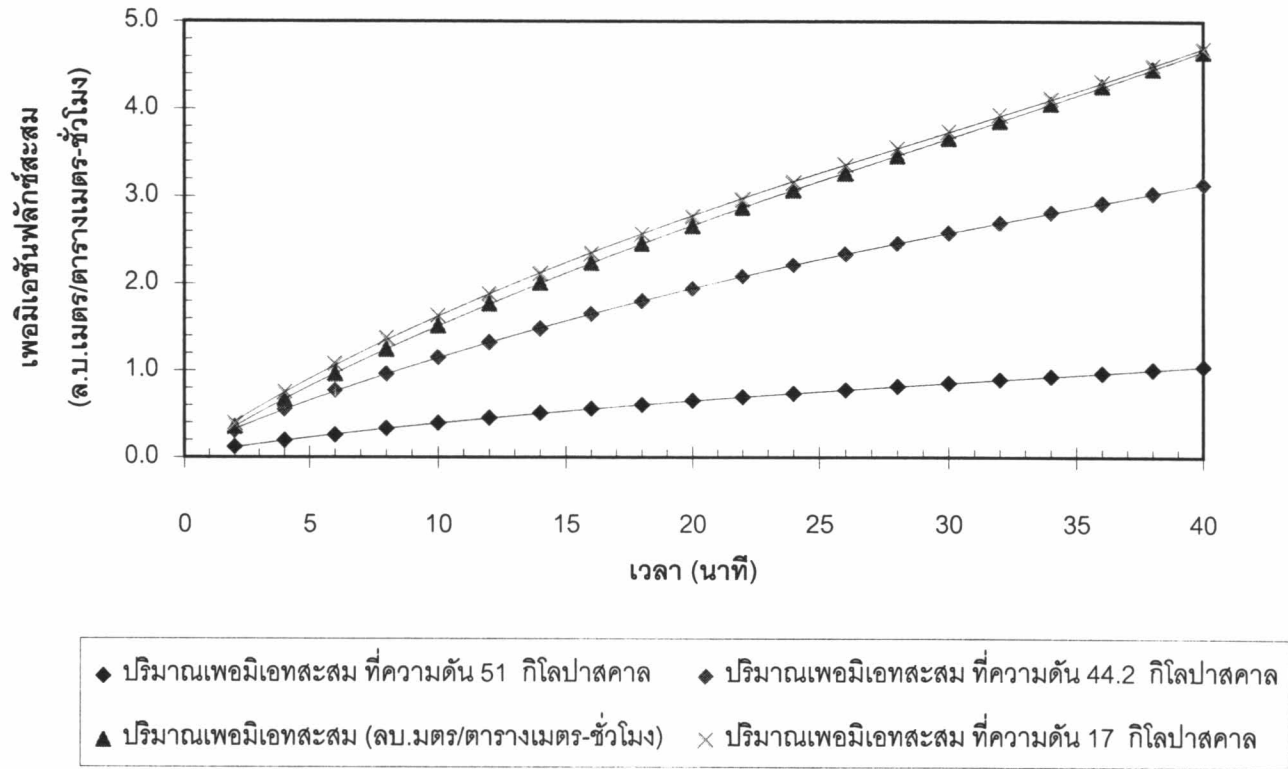


รูปที่ ก. 22 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 51 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที



- ◆ ปริมาณเพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 51 กิโลปาสคาล
- ◇ ปริมาณเพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล
- ▲ ปริมาณเพอมีเอช่นฟลักซ์ ที่ความดัน 34 กิโลปาสคาล
- × ปริมาณเพอมีเอช่นฟลักซ์ ที่ความดัน 17 กิโลปาสคาล

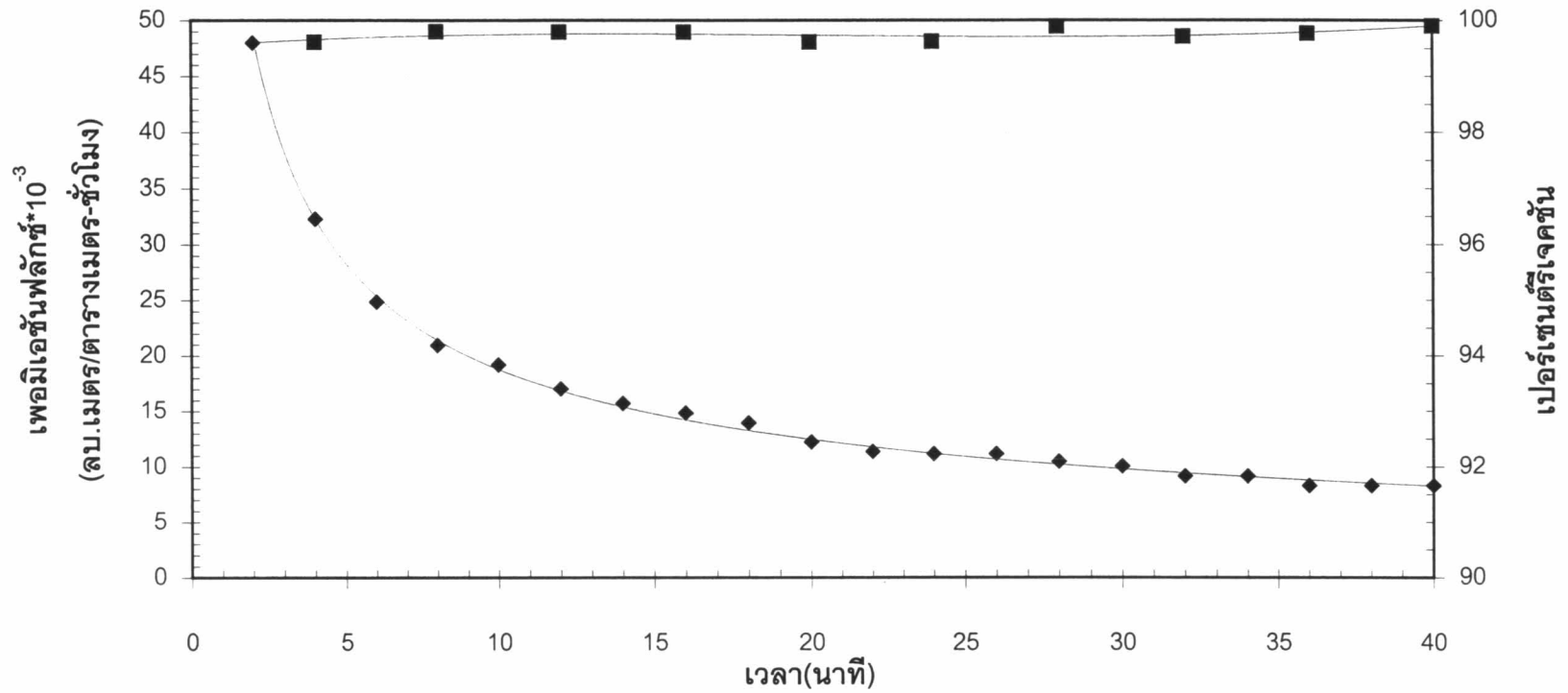
รูปที่ ก. 23 แสดงปริมาณเพอมีเอช่นฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันต่าง ๆ ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 1500 รอบต่อนาที



รูปที่ ก. 24 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์สะสมที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ที่ความดันต่าง ๆ โดยที่ เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.17 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน
17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0480	55	0.0480	-
4	0.0323	37	0.0803	99.61
6	0.0249	28.5	0.1051	-
8	0.0209	24	0.1261	99.80
10	0.0192	22	0.1453	-
12	0.0170	19.5	0.1623	99.79
14	0.0157	18	0.1780	-
16	0.0148	17	0.1928	99.79
18	0.0140	16	0.2068	-
20	0.0122	14	0.2190	99.61
22	0.0113	13	0.2304	-
24	0.0112	12.8	0.2415	99.62
26	0.0112	12.8	0.2527	-
28	0.0105	12	0.2632	99.89
30	0.0100	11.5	0.2732	-
32	0.0092	10.5	0.2824	99.71
34	0.0092	10.5	0.2915	-
36	0.0083	9.5	0.2998	99.77
38	0.0083	9.5	0.3081	-
40	0.0083	9.5	0.3164	99.90

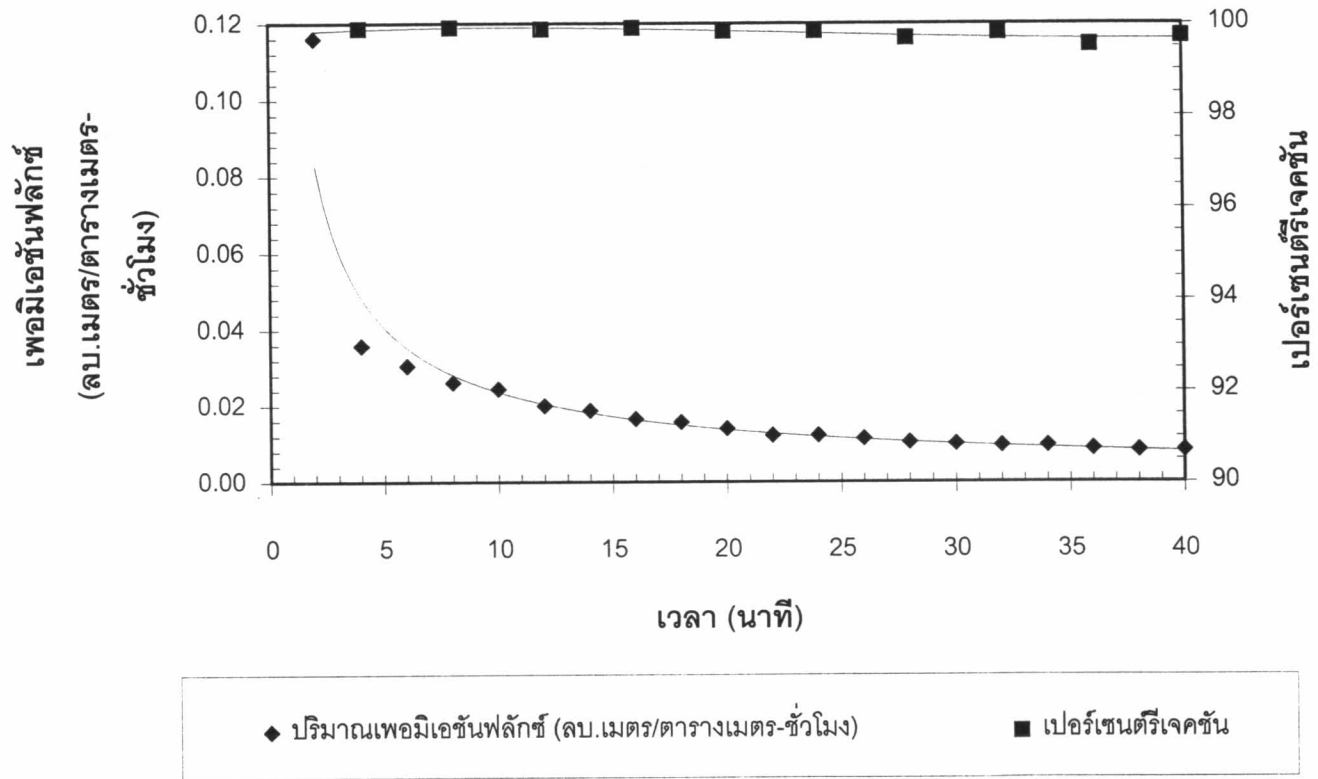


◆ ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง) ■— เปอร์เซนต์น้ำที่ดูดซับ

รูปที่ ก. 25 แสดงค่าปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซนต์น้ำที่ดูดซับต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

ตาราง ก.18 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสกาล
โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเทท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1161	133	0.1161	-
4	0.0358	41	0.1518	99.88
6	0.0305	35	0.1824	-
8	0.0262	30	0.2085	99.91
10	0.0244	28	0.2330	-
12	0.0201	23	0.2530	99.88
14	0.0188	21.5	0.2718	-
16	0.0166	19	0.2884	99.90
18	0.0157	18	0.3041	-
20	0.0140	16	0.3180	99.83
22	0.0122	14	0.3303	-
24	0.0122	14	0.3425	99.83
26	0.0113	13	0.3538	-
28	0.0105	12	0.3643	99.68
30	0.0100	11.5	0.3743	-
32	0.0096	11	0.3839	99.80
34	0.0096	11	0.3935	-
36	0.0087	10	0.4023	99.53
38	0.0083	9.5	0.4105	-
40	0.0083	9.5	0.4188	99.73

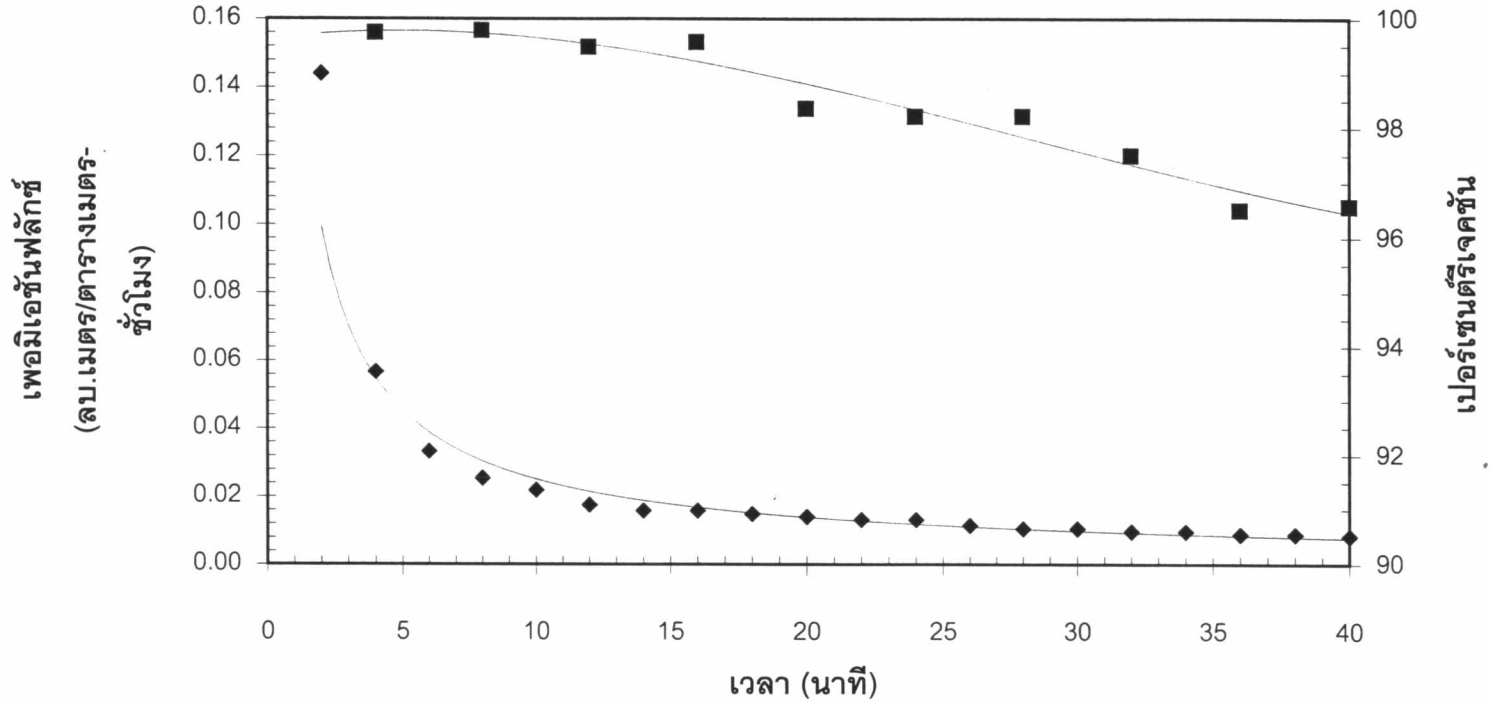


รูปที่ ก. 26 แสดงค่าปริมาณพอลิเมอร์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

ตาราง ก.19 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน

44.2 กิลิปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1440	165	0.1440	-
4	0.0567	65	0.2007	99.74
6	0.0332	38	0.2338	-
8	0.0253	29	0.2592	99.79
10	0.0218	25	0.2810	-
12	0.0175	20	0.2984	99.49
14	0.0157	18	0.3141	-
16	0.0157	18	0.3298	99.57
18	0.0148	17	0.3447	-
20	0.0140	16	0.3586	98.36
22	0.0131	15	0.3717	-
24	0.0131	15	0.3848	98.21
26	0.0113	13	0.3961	-
28	0.0105	12	0.4066	98.21
30	0.0105	12	0.4171	-
32	0.0096	11	0.4267	97.50
34	0.0096	11	0.4363	-
36	0.0087	10	0.4450	96.50
38	0.0087	10	0.4537	-
40	0.0083	9.5	0.4620	96.57

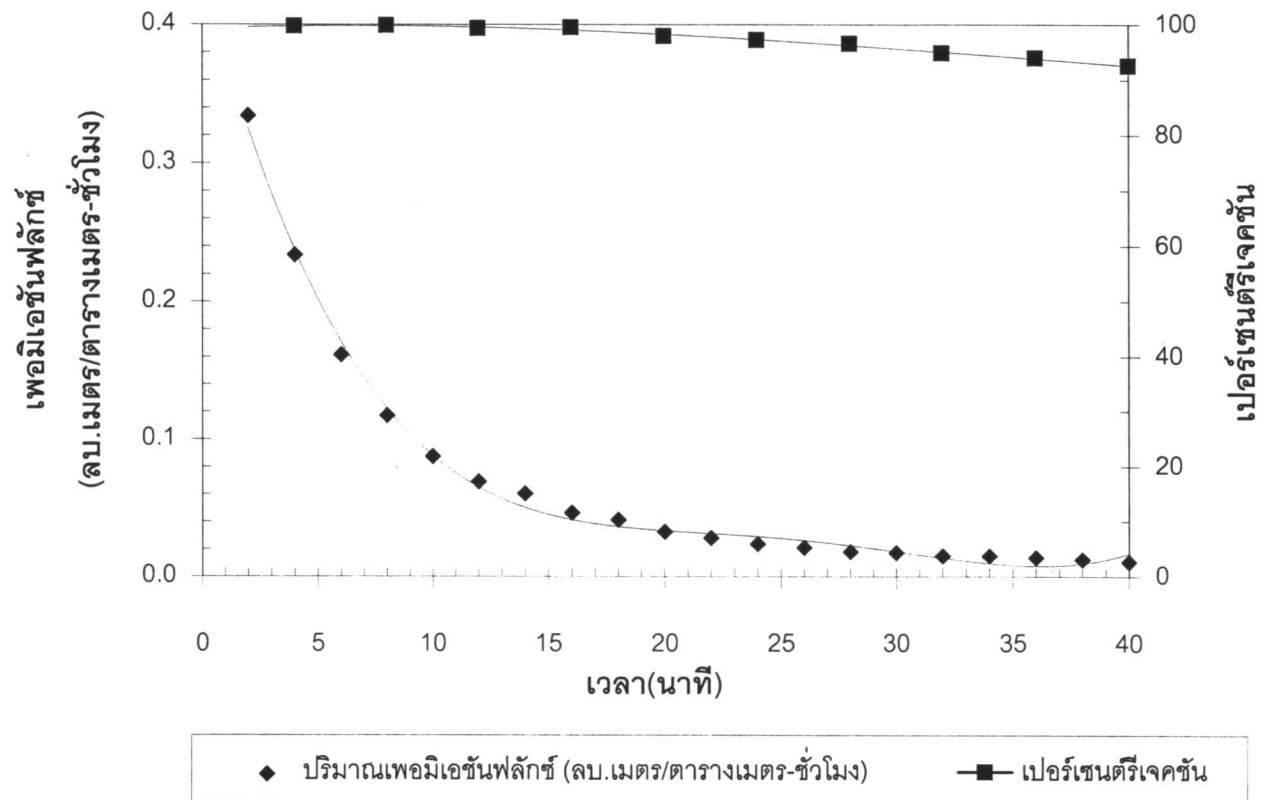


◆ ปริมาณพอมิเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง) ■ เปอร์เซนต์รูพรุน

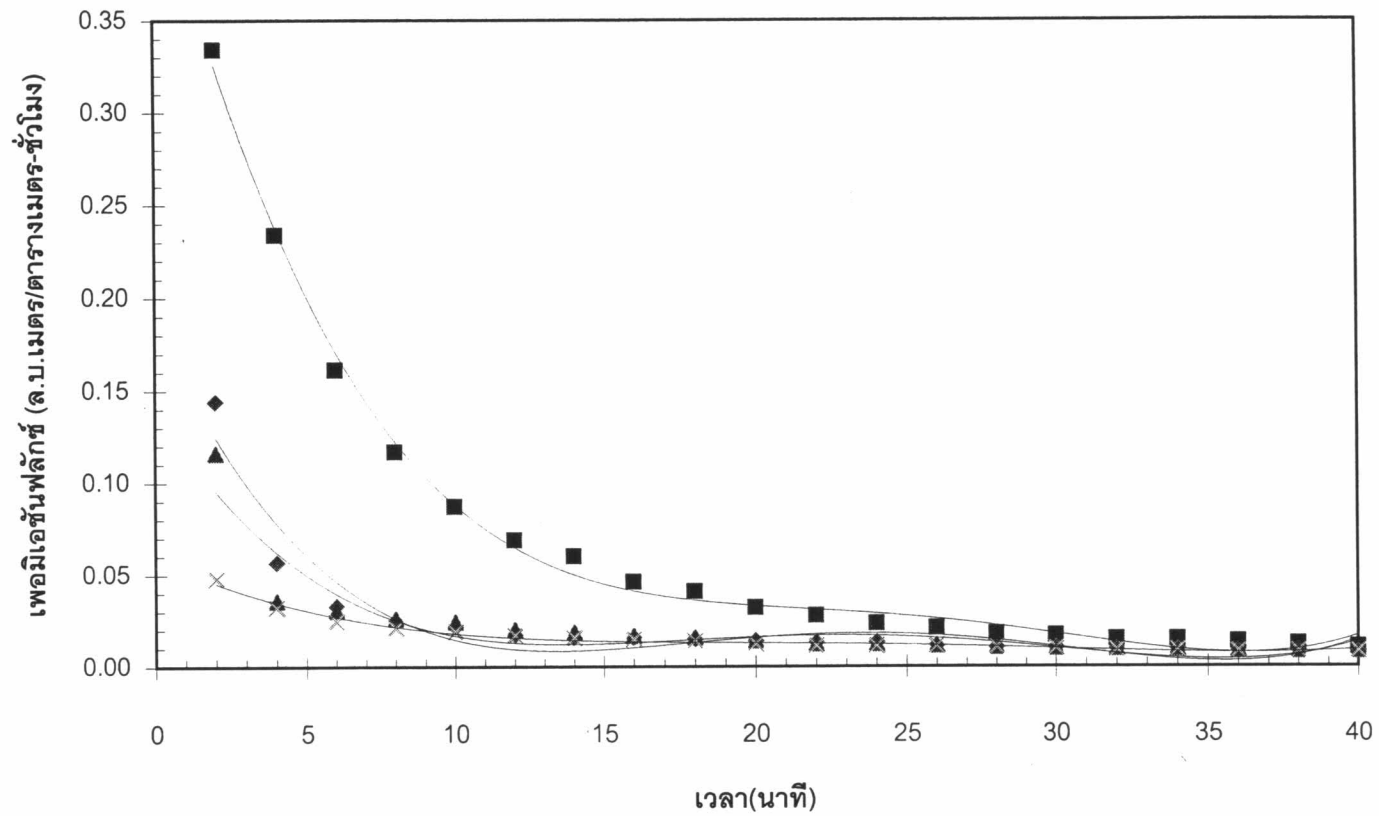
รูปที่ ก. 27 แสดงค่าปริมาณพอมิเอชันฟลักซ์และเปอร์เซนต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

ตาราง ก.20 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 51 กิโลปาสกาล
โดยที่เยื่อแผ่นหุคดนิ่ง

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอเมชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอเมอเท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอเมชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.3342	383	0.3342	-
4	0.2338	268	0.5680	99.70
6	0.1614	185	0.7295	-
8	0.1169	134	0.8464	99.80
10	0.0873	100	0.9336	-
12	0.0689	79	1.0026	99.33
14	0.0602	69	1.0628	-
16	0.0462	53	1.1090	99.46
18	0.0410	47	1.1500	-
20	0.0323	37	1.1823	97.88
22	0.0279	32	1.2102	-
24	0.0236	27	1.2338	97.19
26	0.0209	24	1.2547	-
28	0.0179	20.5	1.2726	96.56
30	0.0170	19.5	1.2896	-
32	0.0148	17	1.3045	94.81
34	0.0148	17	1.3193	-
36	0.0135	15.5	1.3328	93.94
38	0.0122	14	1.3451	-
40	0.0105	12	1.3555	92.56



รูปที่ ก. 28 แสดงค่าปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์น้ำดูดเข้าต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 51 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

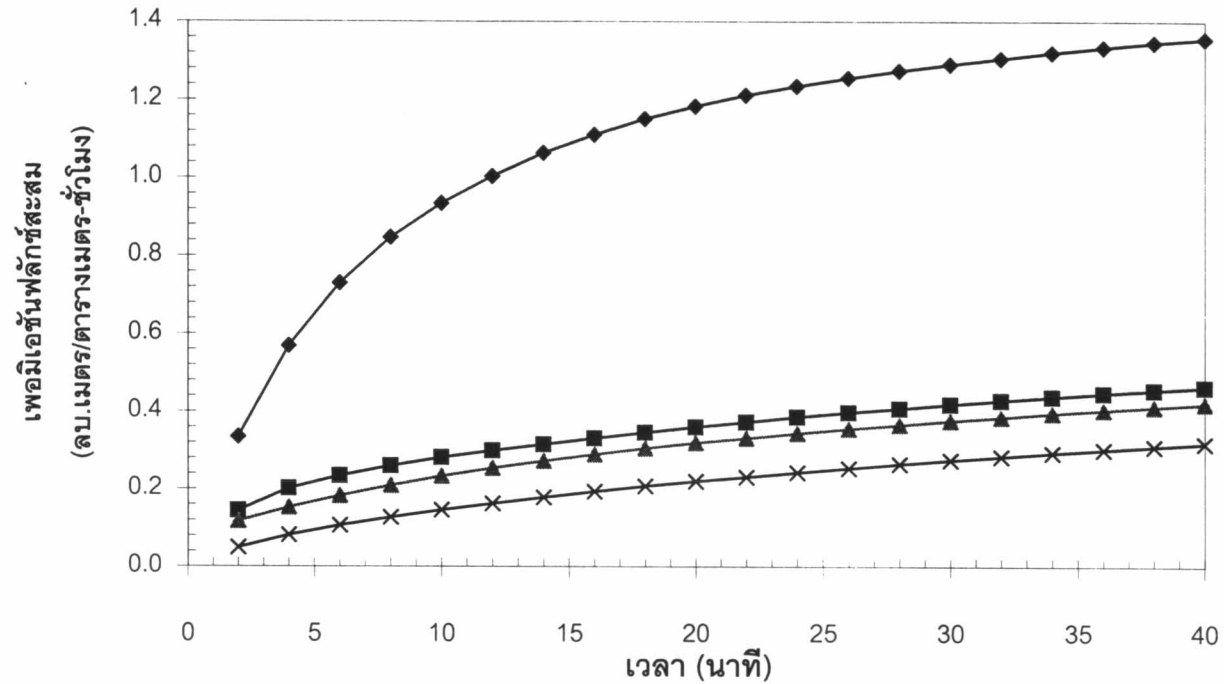


■ ปริมาณเพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 51 กิโลปาสคาล ◆ ปริมาณเพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล
 ▲ ปริมาณเพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 34 กิโลปาสคาล × ปริมาณเพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 17 กิโลปาสคาล

รูปที่ ก. 29 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลาที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันต่าง ๆ โดยที่เยื่อแผ่นหุคหนึ่ง

ตาราง ก.21 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสมที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร
ที่ความดันต่างๆ โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

เวลา (นาท)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสมที่ความดันต่างๆ			
	ที่ 0.17 บาร์ (17 กิโลปาสคาล)	ที่ 0.34 บาร์ (34 กิโลปาสคาล)	ที่ 0.442 บาร์ (44.2 กิโลปาสคาล)	ที่ 0.51 บาร์ (51 กิโลปาสคาล)
2	0.048	0.116	0.144	0.334
4	0.080	0.152	0.201	0.568
6	0.105	0.182	0.234	0.729
8	0.126	0.209	0.259	0.846
10	0.145	0.233	0.281	0.934
12	0.162	0.253	0.298	1.003
14	0.178	0.272	0.314	1.063
16	0.193	0.288	0.330	1.109
18	0.207	0.304	0.345	1.150
20	0.219	0.318	0.359	1.182
22	0.230	0.330	0.372	1.210
24	0.242	0.342	0.385	1.234
26	0.253	0.354	0.396	1.255
28	0.263	0.364	0.407	1.273
30	0.273	0.374	0.417	1.290
32	0.282	0.384	0.427	1.304
34	0.292	0.394	0.436	1.319
36	0.300	0.402	0.445	1.333
38	0.308	0.411	0.454	1.345
40	0.316	0.419	0.462	1.356

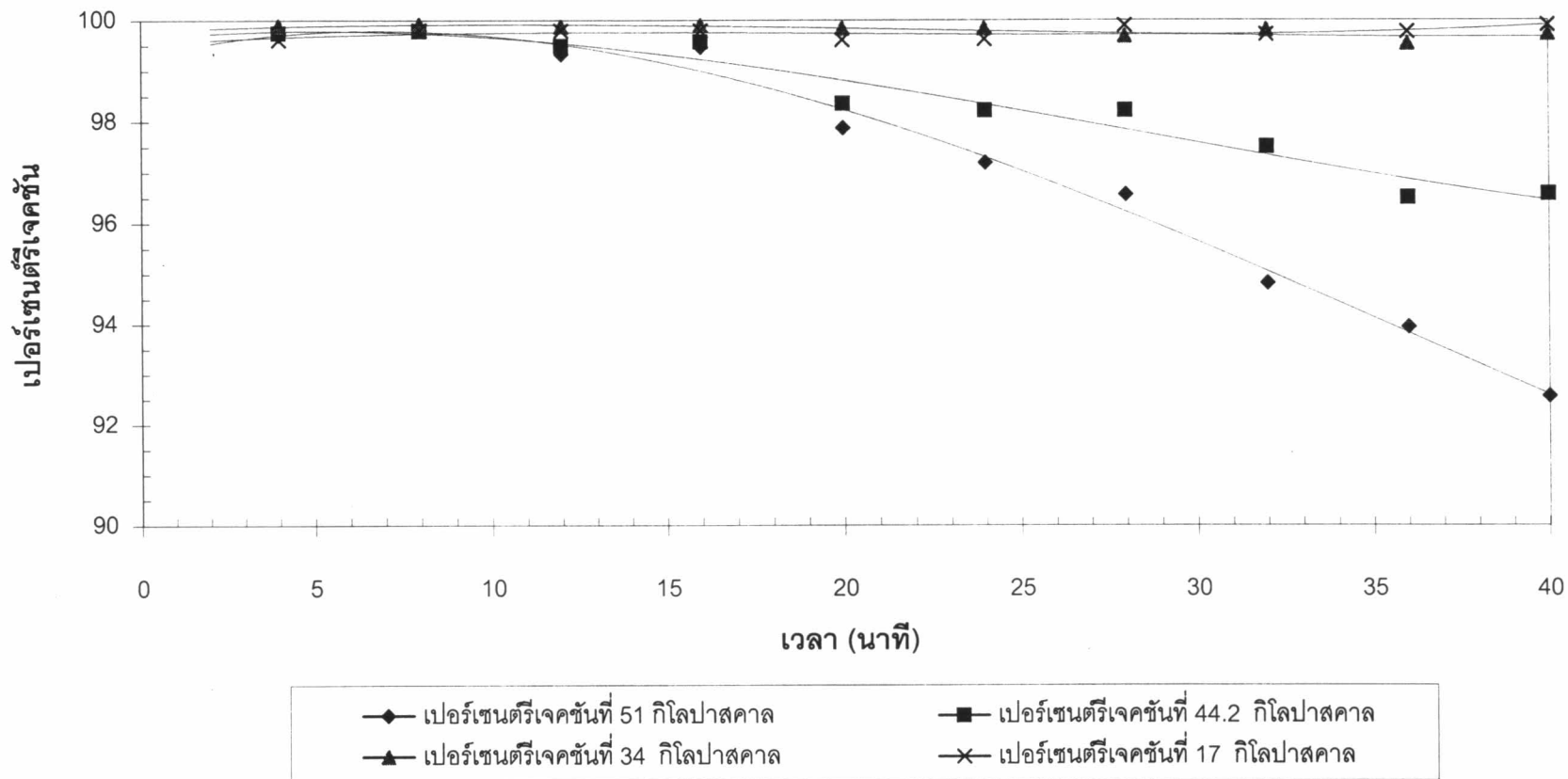


◆ ปริมาณเพอมีเอทสะสม ที่ความดัน 51 กิโลปาสคาล
 ▲ ปริมาณเพอมีเอทสะสม ที่ความดัน 34 กิโลปาสคาล
 ■ ปริมาณเพอมีเอทสะสม ที่ความดัน 44.2 กิโลปาสคาล
 × ปริมาณเพอมีเอทสะสม ที่ความดัน 17 กิโลปาสคาล

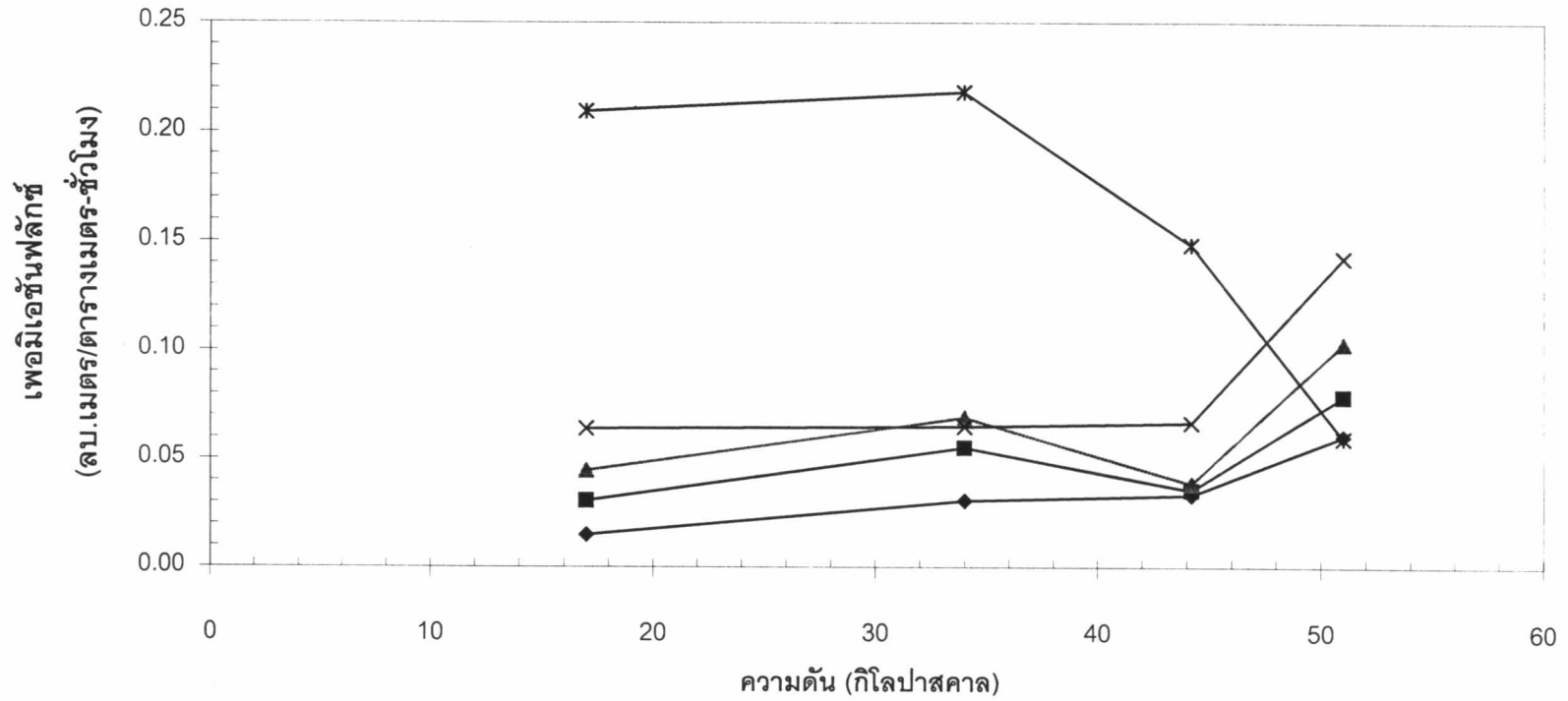
รูปที่ ก. 30 แสดงค่าปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสมที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร
 ที่ความดันต่าง ๆ โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

ตาราง ก.22 แสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเปอร์เซ็นต์รีเจคชันที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร
ที่ความดันต่าง ๆ

เวลา (นาท)	เปอร์เซ็นต์รีเจคชันที่ความดันต่าง ๆ			
	ที่ 0.17 บาร์ (17 กิโลปาสคาล)	ที่ 0.34 บาร์ (34 กิโลปาสคาล)	ที่ 0.442 บาร์ (44.2 กิโลปาสคาล)	ที่ 0.51 บาร์ (51 กิโลปาสคาล)
4	99.61	99.88	99.74	99.70
8	99.80	99.91	99.79	99.80
12	99.79	99.88	99.49	99.33
16	99.79	99.90	99.57	99.46
20	99.61	99.83	98.36	97.88
24	99.62	99.83	98.21	97.19
28	99.89	99.68	98.21	96.56
32	99.71	99.80	97.50	94.81
36	99.77	99.53	96.50	93.94
40	99.90	99.73	96.57	92.56

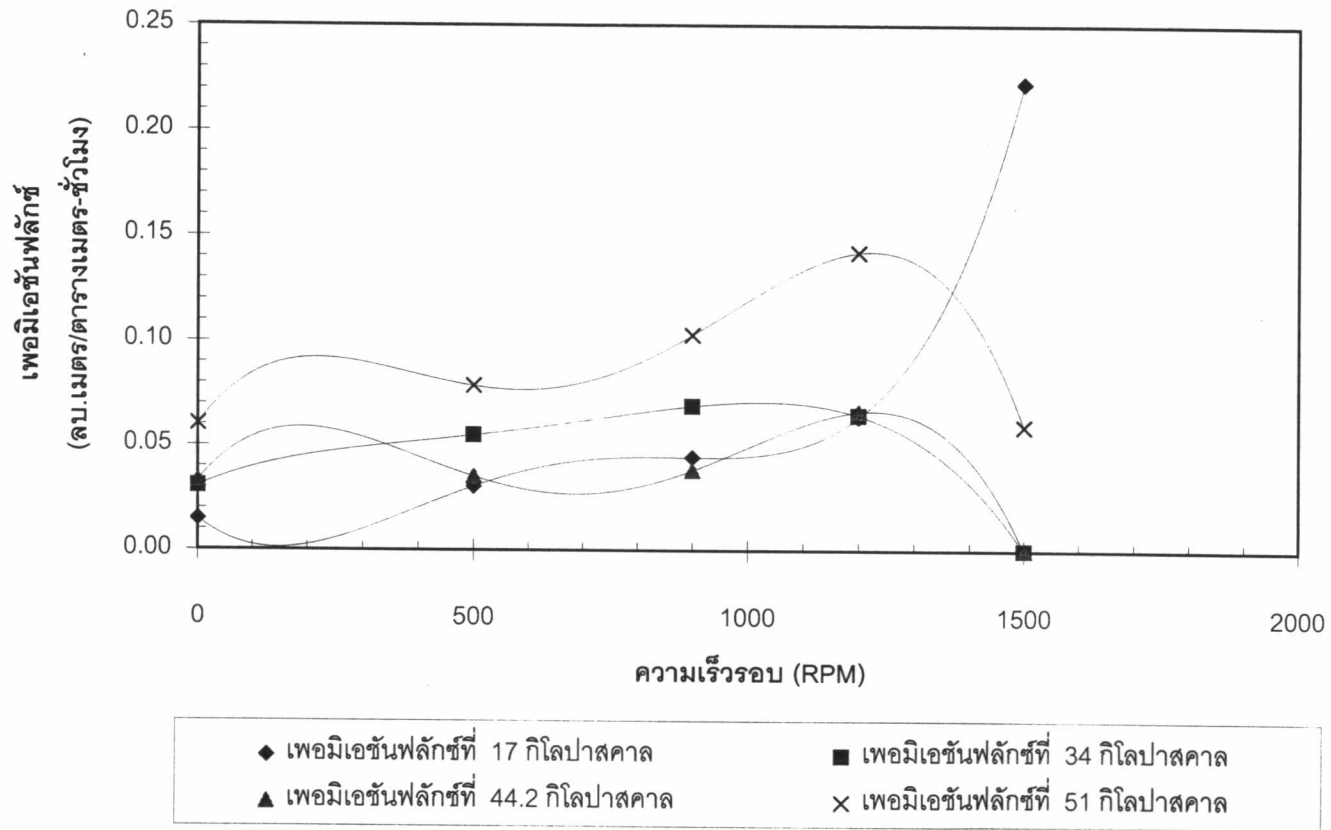


รูปที่ ก. 31 แสดงการเปรียบเทียบค่าริเจคชันที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันต่าง ๆ



◆ เพอมีเอชันฟลักซ์ที่ 0 rpm ■ เพอมีเอชันฟลักซ์ 500 rpm ▲ เพอมีเอชันฟลักซ์ที่ 900 rpm
 ✕ เพอมีเอชันฟลักซ์ที่ 1200 rpm * เพอมีเอชันฟลักซ์ที่ 1500 rpm

รูปที่ ก. 32 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์กับความดันความเร็วรอบต่าง ๆ



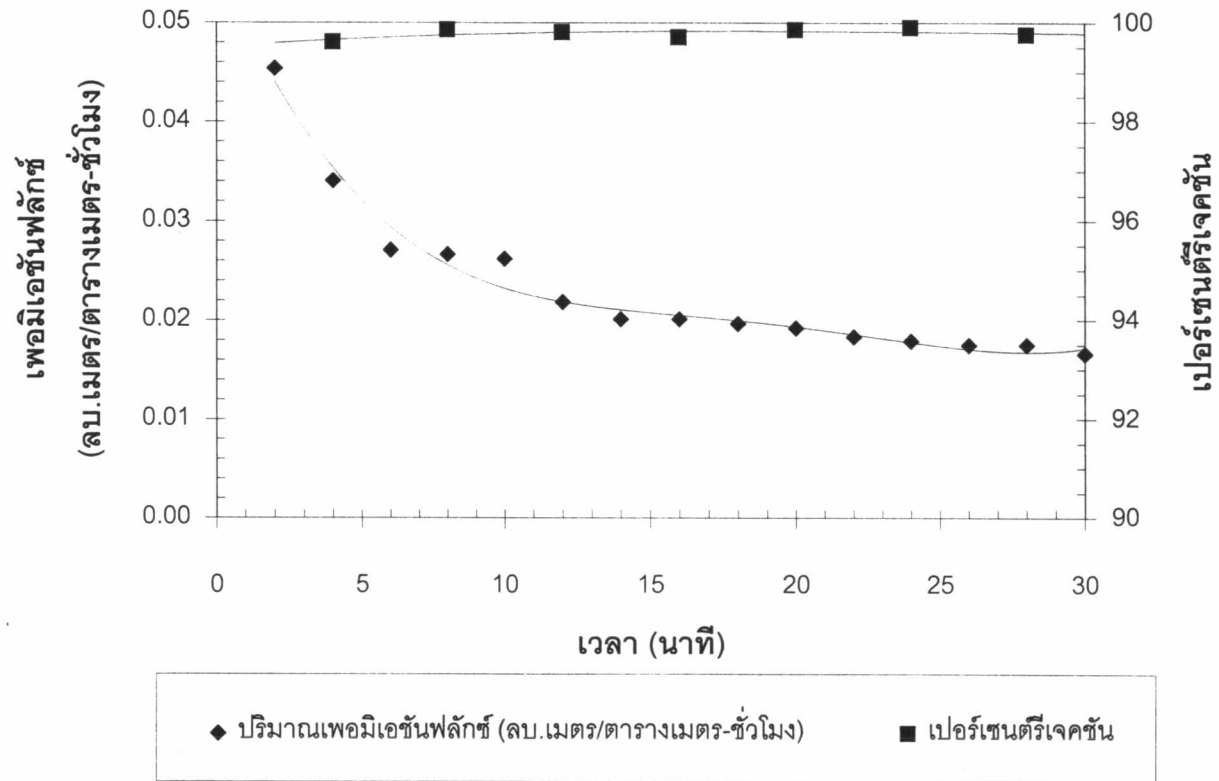
รูปที่ ก.33 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์กับความเร็วรอบที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร

ตาราง ก.23 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน
17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหนูน 1200 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0454	52	0.0454	-
4	0.0340	39	0.0794	94.20
6	0.0270	31	0.1065	-
8	0.0266	30.5	0.1331	99.85
10	0.0262	30	0.1592	-
12	0.0218	25	0.1811	99.76
14	0.0201	23	0.2011	-
16	0.0201	23	0.2212	99.71
18	0.0196	22.5	0.2408	-
20	0.0192	22	0.2600	99.27
22	0.0183	21	0.2783	-
24	0.0179	20.5	0.2962	99.90
26	0.0175	20	0.3137	-
28	0.0175	20	0.3311	99.66
30	0.0166	19	0.3477	-

ตาราง ก.24 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ และปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม ที่ความเข้มข้น
7 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	เพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)
2	0.0454	0.0454
4	0.0340	0.0794
6	0.0270	0.1065
8	0.0266	0.1331
10	0.0262	0.1592
12	0.0218	0.1811
14	0.0201	0.2011
16	0.0201	0.2212
18	0.0196	0.2408
20	0.0192	0.2600
22	0.0183	0.2783
24	0.0179	0.2962
26	0.0175	0.3137
28	0.0175	0.3311
30	0.0166	0.3477



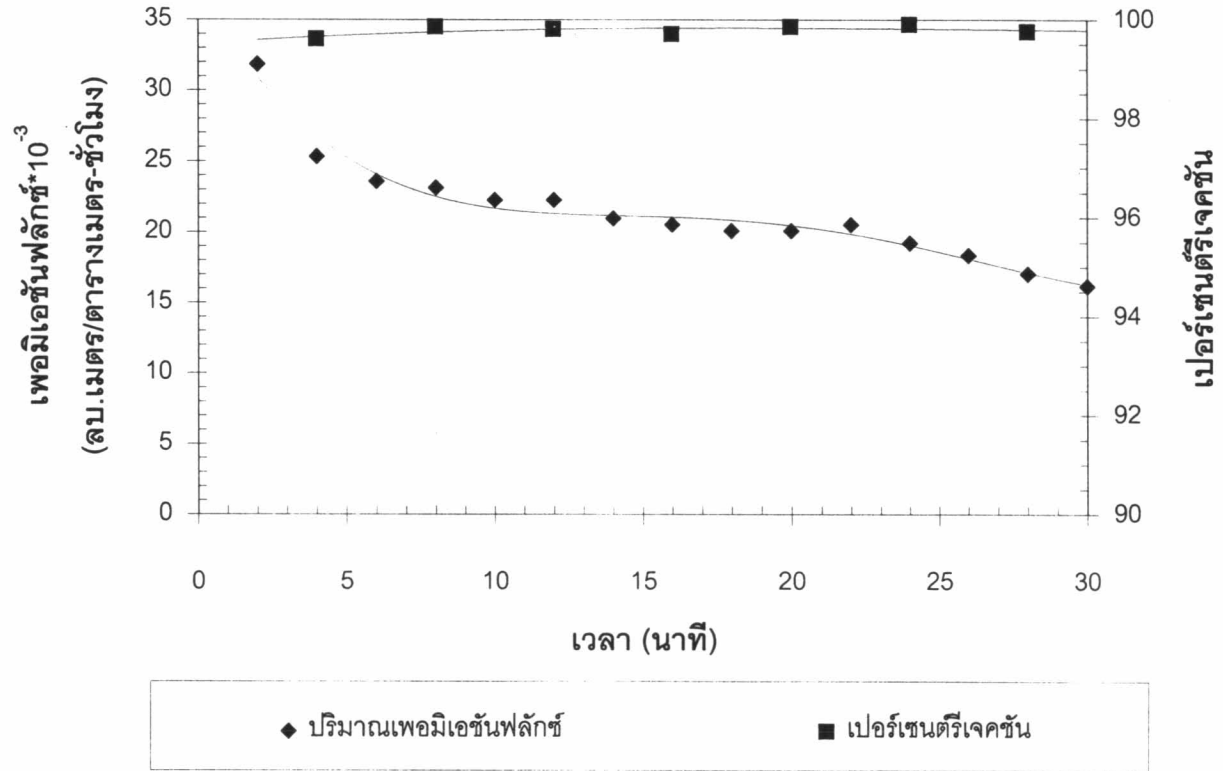
รูปที่ ก. 34 แสดงค่าฟอสเฟตและเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

ตาราง ก.25 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ความดัน
17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0318	36.5	0.0318	-
4	0.0253	29	0.0572	78.44
6	0.0236	27	0.0807	-
8	0.0231	26.5	0.1038	80.49
10	0.0223	25.5	0.1261	-
12	0.0223	25.5	0.1483	82.93
14	0.0209	24	0.1693	-
16	0.0205	23.5	0.1898	83.80
18	0.0201	23	0.2099	-
20	0.0201	23	0.2299	84.78
22	0.0205	23.5	0.2504	-
24	0.0192	22	0.2696	86.05
26	0.0183	21	0.2879	-
28	0.0170	19.5	0.3050	87.22
30	0.0161	18.5	0.3211	-

ตาราง ก.26 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ และปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม ที่ความเข้มข้น
10 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

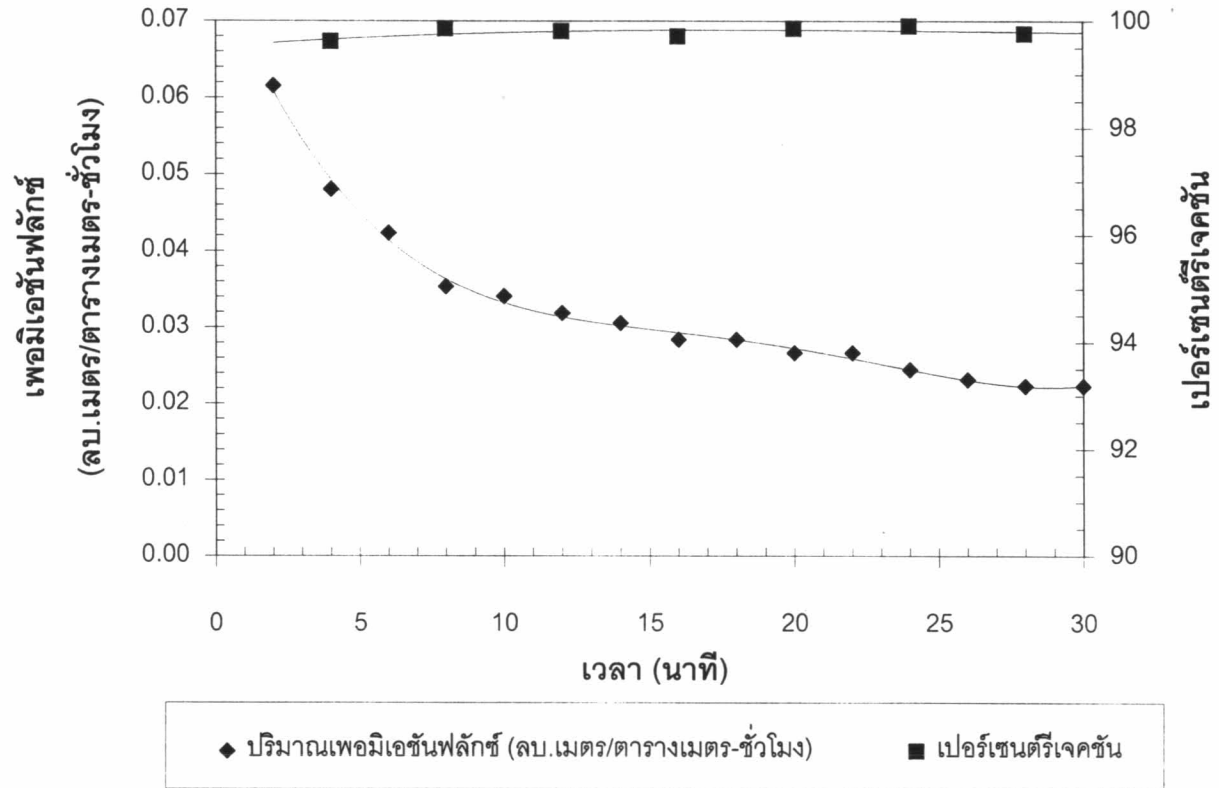
เวลา (นาที)	เพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)
2	0.0318	0.0318
4	0.0253	0.0572
6	0.0236	0.0807
8	0.0231	0.1038
10	0.0223	0.1261
12	0.0223	0.1483
14	0.0209	0.1693
16	0.0205	0.1898
18	0.0201	0.2099
20	0.0201	0.2299
22	0.0205	0.2504
24	0.0192	0.2696
26	0.0183	0.2879
28	0.0170	0.3050
30	0.0161	0.3211



รูปที่ ก. 35 แสดงค่าพอลิเอทิลีนไกลคอลและเปอร์เซ็นต์น้ำต่อเวลาที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1200 รอบต่อนาที

ตาราง ก.27 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน
17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

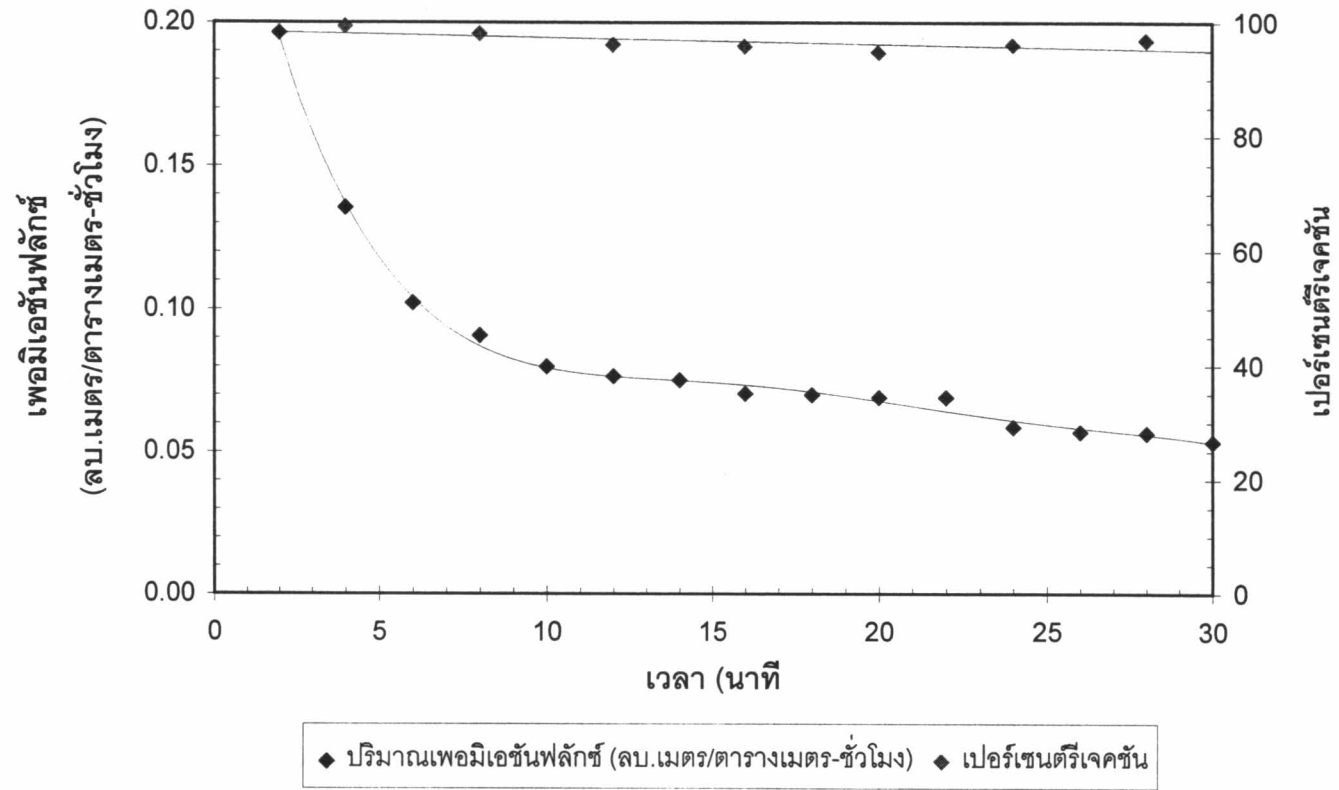
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเซชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0615	70.5	0.0615	-
4	0.0480	55	0.1095	97.66
6	0.0423	48.5	0.1518	-
8	0.0353	40.5	0.1872	99.02
10	0.0340	39	0.2212	-
12	0.0318	36.5	0.2530	97.66
14	0.0305	35	0.2836	-
16	0.0284	32.5	0.3119	99.41
18	0.0284	32.5	0.3403	-
20	0.0266	30.5	0.3669	99.61
22	0.0266	30.5	0.3935	-
24	0.0244	28	0.4180	99.80
26	0.0231	26.5	0.4411	-
28	0.0223	25.5	0.4633	98.34
30	0.0223	25.5	0.4856	-



รูปที่ ก. 36 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลาที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.28 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน
34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหนุน 1500 รอบต่อนาที

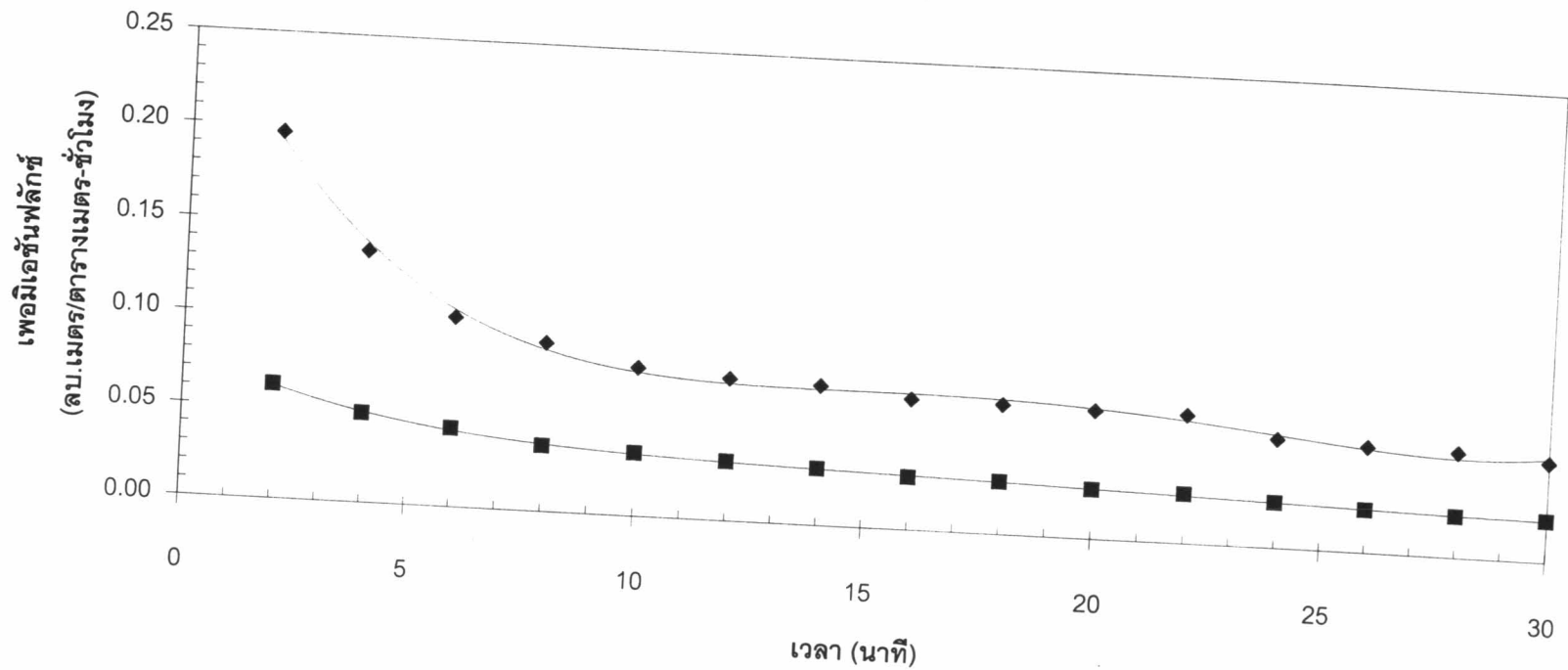
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.1963	225	0.1963	-
4	0.1352	155	0.3316	99.30
6	0.1021	117	0.4337	-
8	0.0907	104	0.5244	98.00
10	0.0798	91.5	0.6042	-
12	0.0763	87.5	0.6806	96.10
14	0.0750	86	0.7556	-
16	0.0702	80.5	0.8259	95.80
18	0.0698	80	0.8957	-
20	0.0689	79	0.9646	94.80
22	0.0689	79	1.0335	-
24	0.0585	67	1.0920	96.00
26	0.0567	65	1.1487	-
28	0.0563	64.5	1.2050	96.80
30	0.0532	61	1.2582	-



รูปที่ ก. 37 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.29 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ ที่ความดันต่างๆ ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร
โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	เพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	
	ความดัน 17 กิโลปาสคาล	ความดัน 34 กิโลปาสคาล
2	0.0615	0.1963
4	0.0480	0.1352
6	0.0423	0.1021
8	0.0353	0.0907
10	0.0340	0.0798
12	0.0318	0.0763
14	0.0305	0.0750
16	0.0284	0.0702
18	0.0284	0.0698
20	0.0266	0.0689
22	0.0266	0.0689
24	0.0244	0.0585
26	0.0231	0.0567
28	0.0223	0.0563
30	0.0223	0.0532

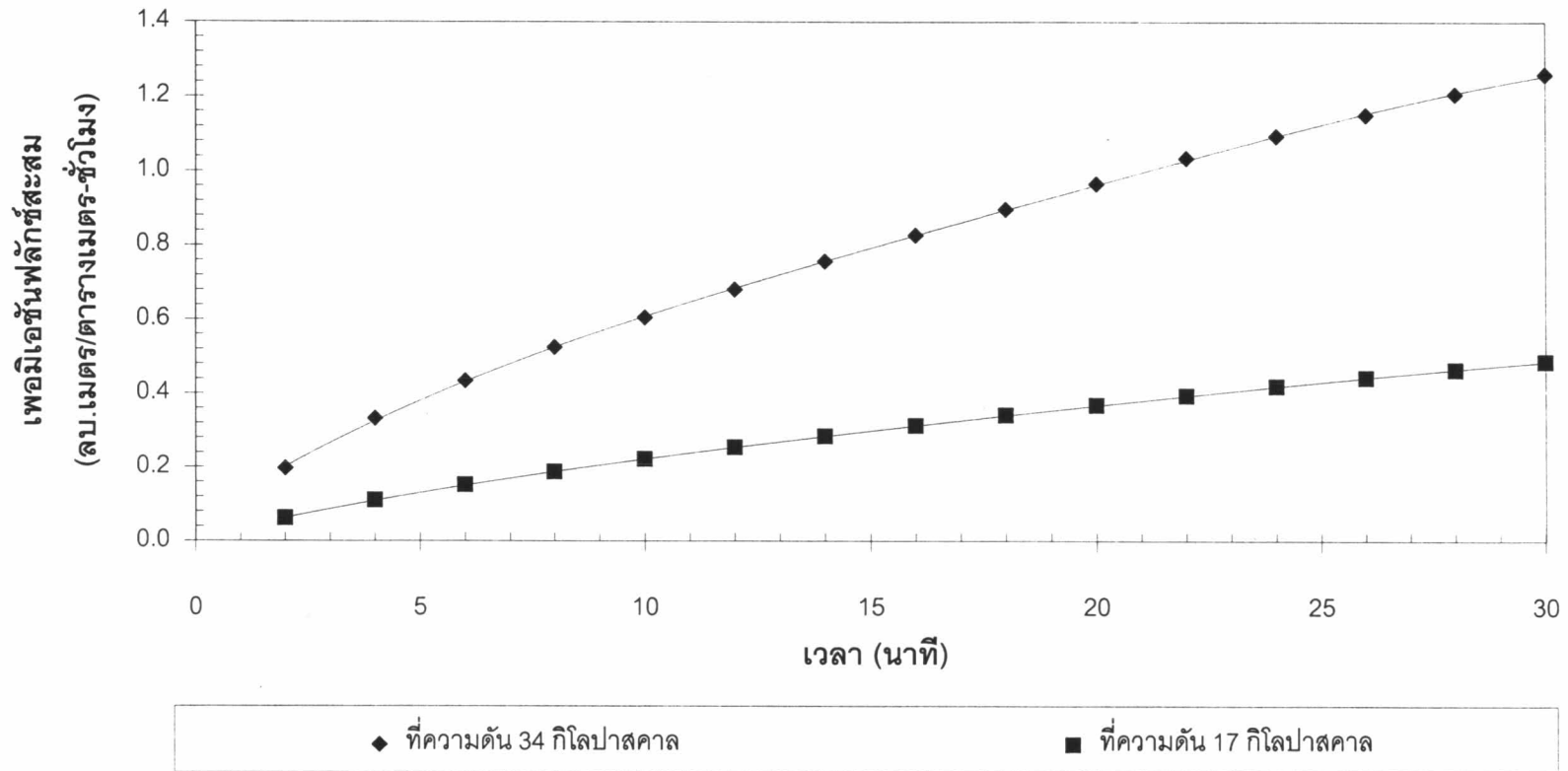


◆ ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ ที่ความดัน 34 kN/m² ■ ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ ที่ความดัน 17 kN/m²

รูปที่ ก. 38 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ที่ความดันต่างๆ โดยที่เยื่อแผ่นหมุนที่ 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.30 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสมที่ความดันต่างๆ ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

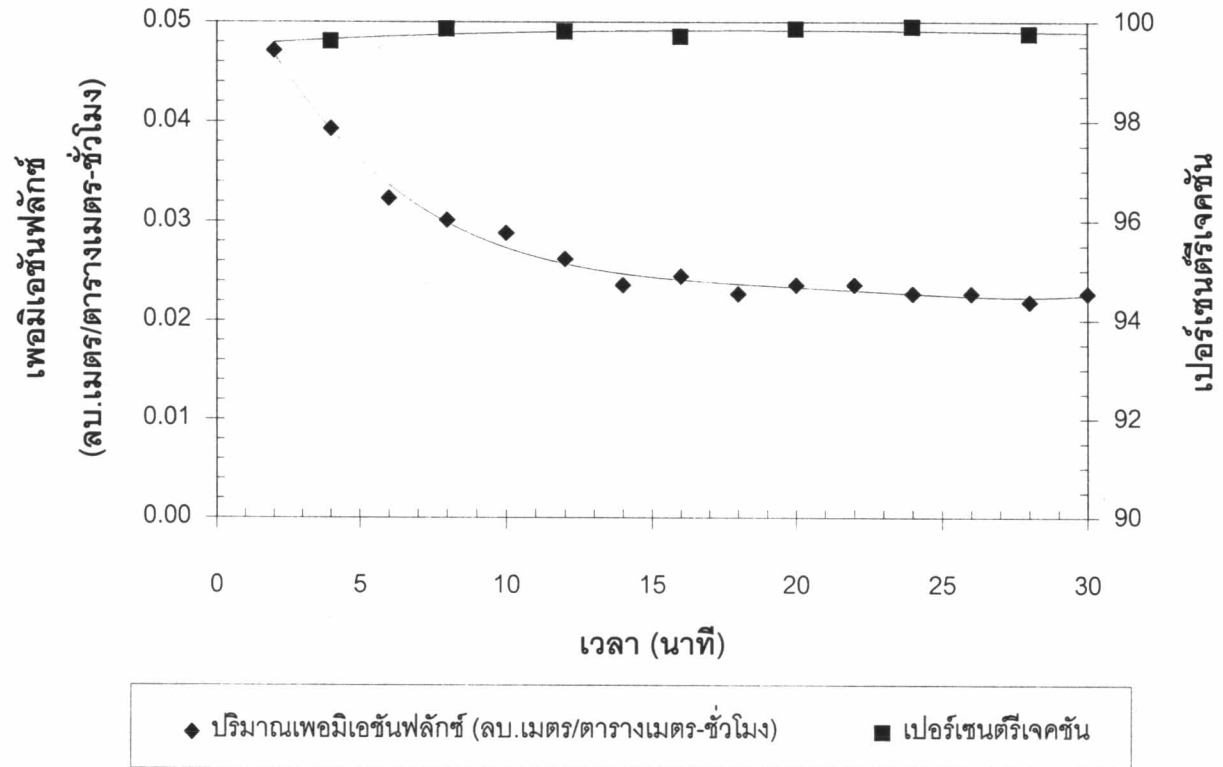
เวลา (นาที)	เพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	
	ความดัน 17 กิโลปาสคาล	ความดัน 34 กิโลปาสคาล
2	0.0615	0.1963
4	0.1095	0.3316
6	0.1518	0.4337
8	0.1872	0.5244
10	0.2212	0.6042
12	0.2530	0.6806
14	0.2836	0.7556
16	0.3119	0.8259
18	0.3403	0.8957
20	0.3669	0.9646
22	0.3935	1.0335
24	0.4180	1.0920
26	0.4411	1.1487
28	0.4633	1.2050
30	0.4856	1.2582



รูปที่ ก. 39 แสดงค่าเพอมีเอชันพลักซ์สะสมที่ความดันต่างๆ ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุนที่ 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.31 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ความดัน
17 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

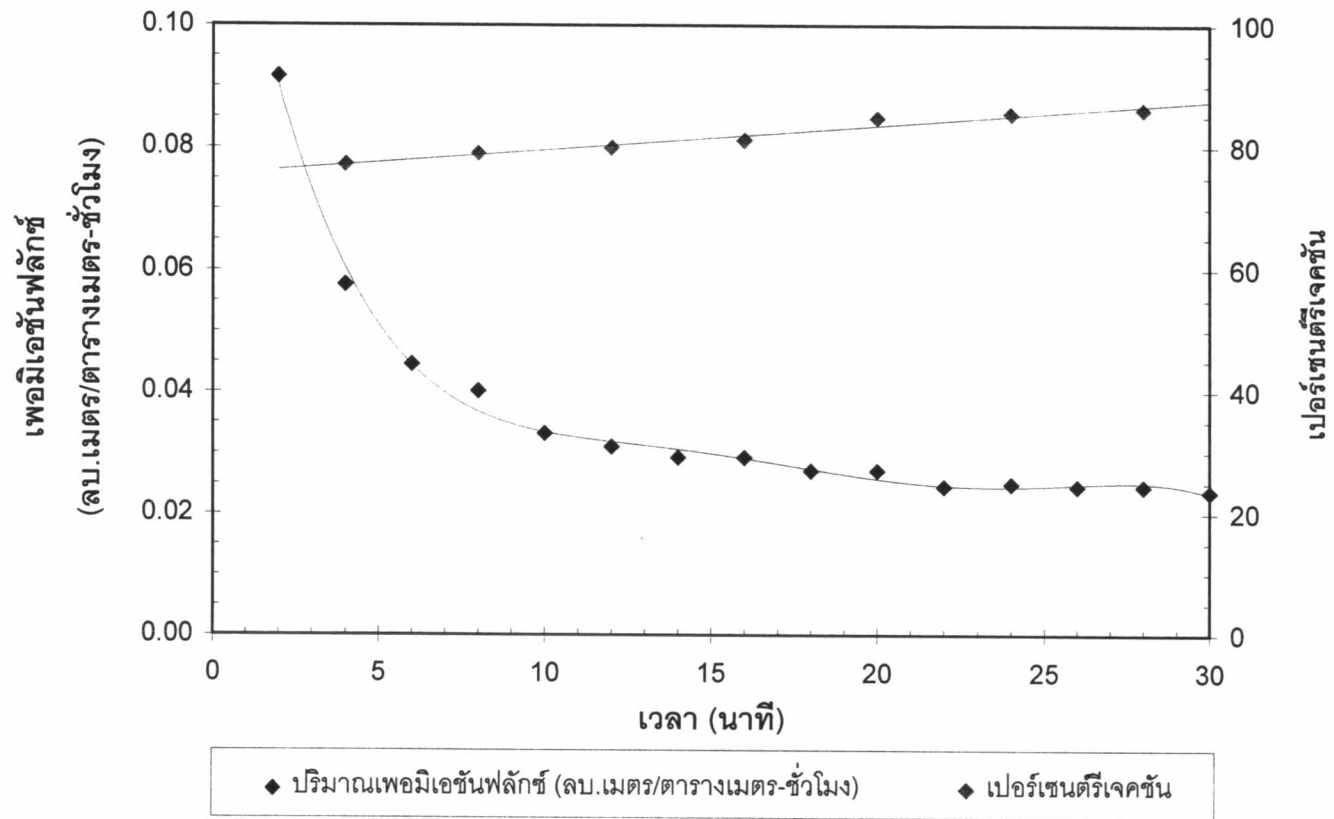
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0471	54	0.0471	-
4	0.0393	45	0.0864	99.41
6	0.0323	37	0.1187	-
8	0.0301	34.5	0.1488	99.71
10	0.0288	33	0.1776	-
12	0.0262	30	0.2037	98.73
14	0.0236	27	0.2273	-
16	0.0244	28	0.2517	99.41
18	0.0227	26	0.2744	-
20	0.0236	27	0.2980	98.93
22	0.0236	27	0.3215	-
24	0.0227	26	0.3442	99.80
26	0.0227	26	0.3669	-
28	0.0218	25	0.3887	99.71
30	0.0227	26	0.4114	-



รูปที่ ก. 40 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ความดัน 17 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.32 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรอง ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ความดัน
34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

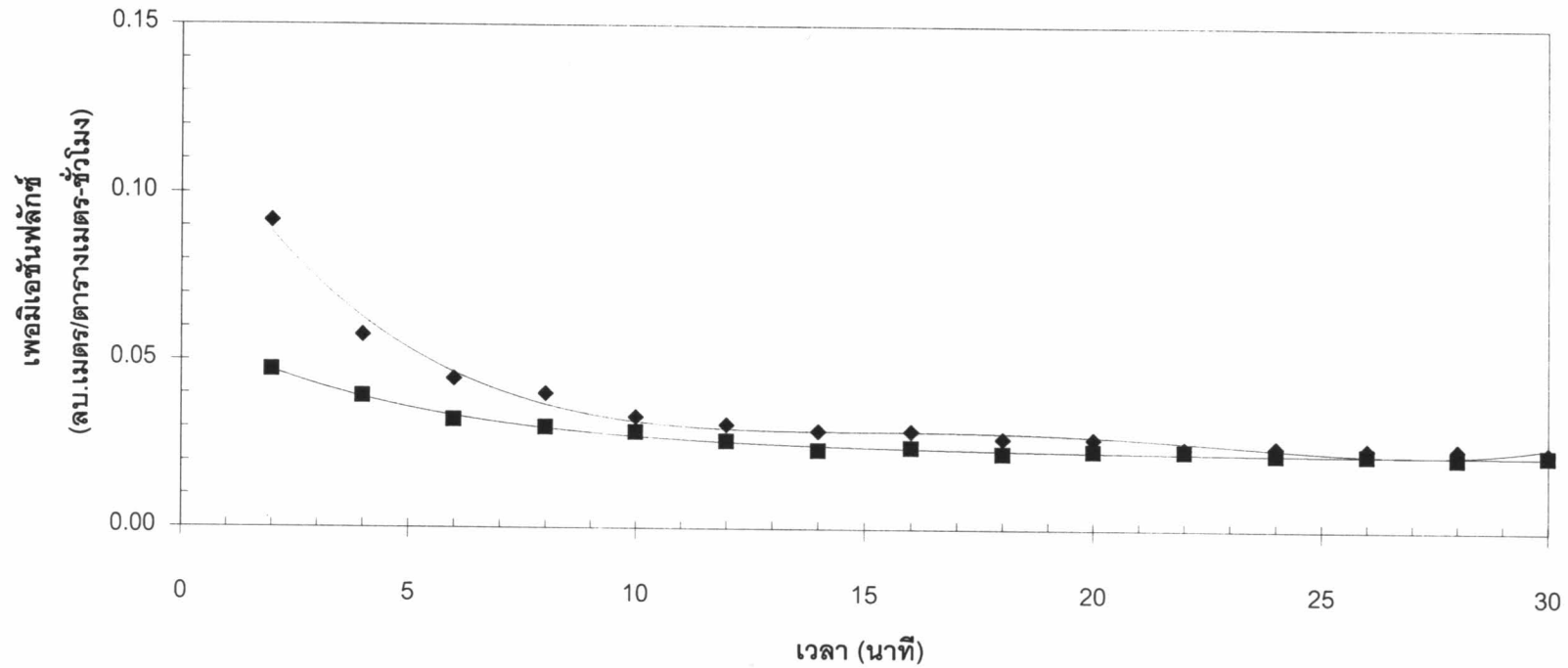
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.0916	105	0.0916	-
4	0.0576	66	0.1492	77.20
6	0.0445	51	0.1937	-
8	0.0401	46	0.2338	79.00
10	0.0332	38	0.2670	-
12	0.0310	35.5	0.2980	79.90
14	0.0292	33.5	0.3272	-
16	0.0292	33.5	0.3564	81.20
18	0.0270	31	0.3835	-
20	0.0270	31	0.4105	84.80
22	0.0244	28	0.4350	-
24	0.0249	28.5	0.4598	85.50
26	0.0244	28	0.4843	-
28	0.0244	28	0.5087	86.20
30	0.0236	27	0.5323	-



รูปที่ ก. 41 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหุ้ม 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.33 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ ที่ความดันต่างๆ ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร
โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	เพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	
	ความดัน 17 กิโลปาสคาล	ความดัน 34 กิโลปาสคาล
2	0.0471	0.0916
4	0.0393	0.0576
6	0.0323	0.0445
8	0.0301	0.0401
10	0.0288	0.0332
12	0.0262	0.0310
14	0.0236	0.0292
16	0.0244	0.0292
18	0.0227	0.0270
20	0.0236	0.0270
22	0.0236	0.0244
24	0.0227	0.0249
26	0.0227	0.0244
28	0.0218	0.0244
30	0.0227	0.0236

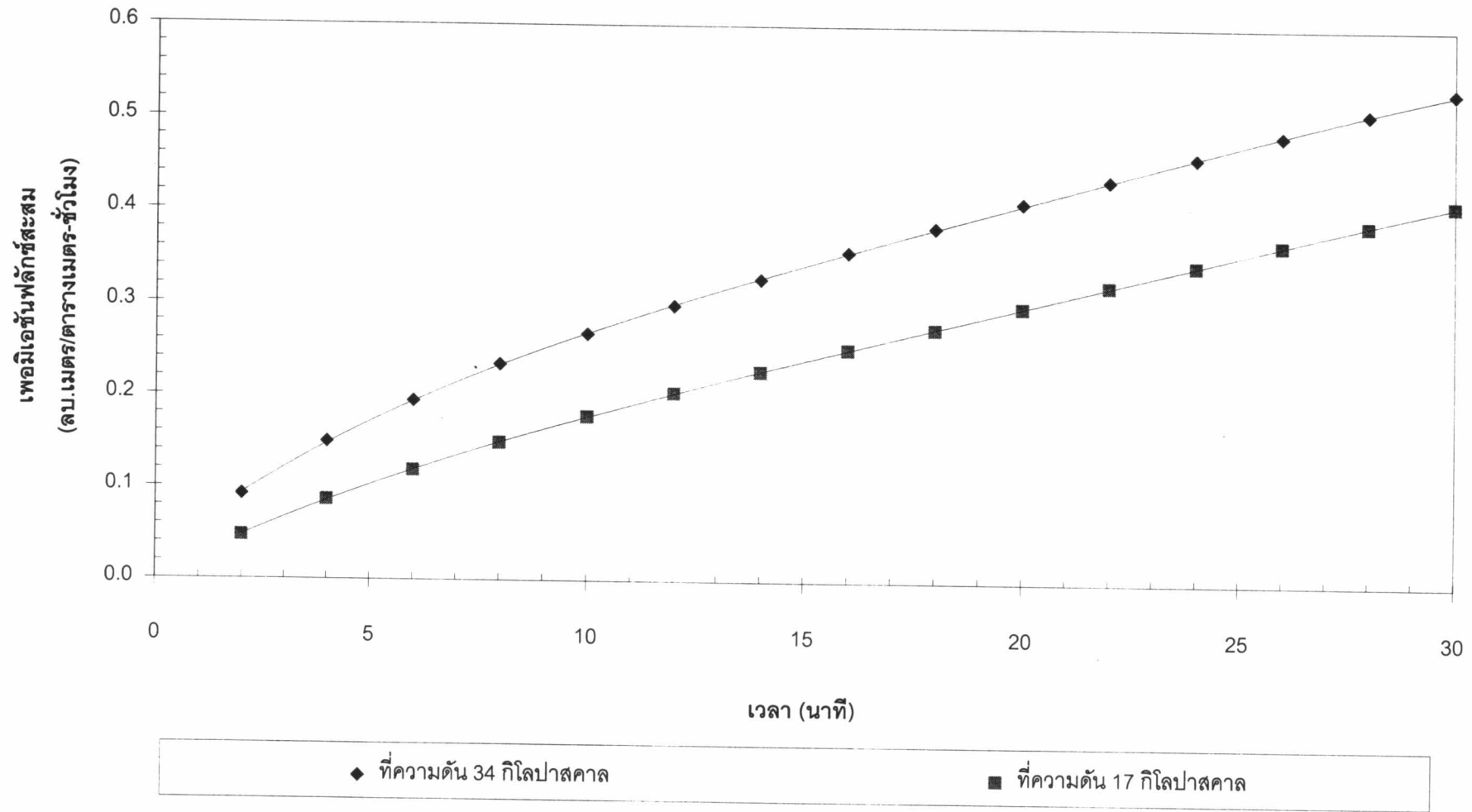


◆ เพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 34 กิโลปาสคาล ■ เพอมีเอทฟลักซ์ ที่ความดัน 17 กิโลปาสคาล

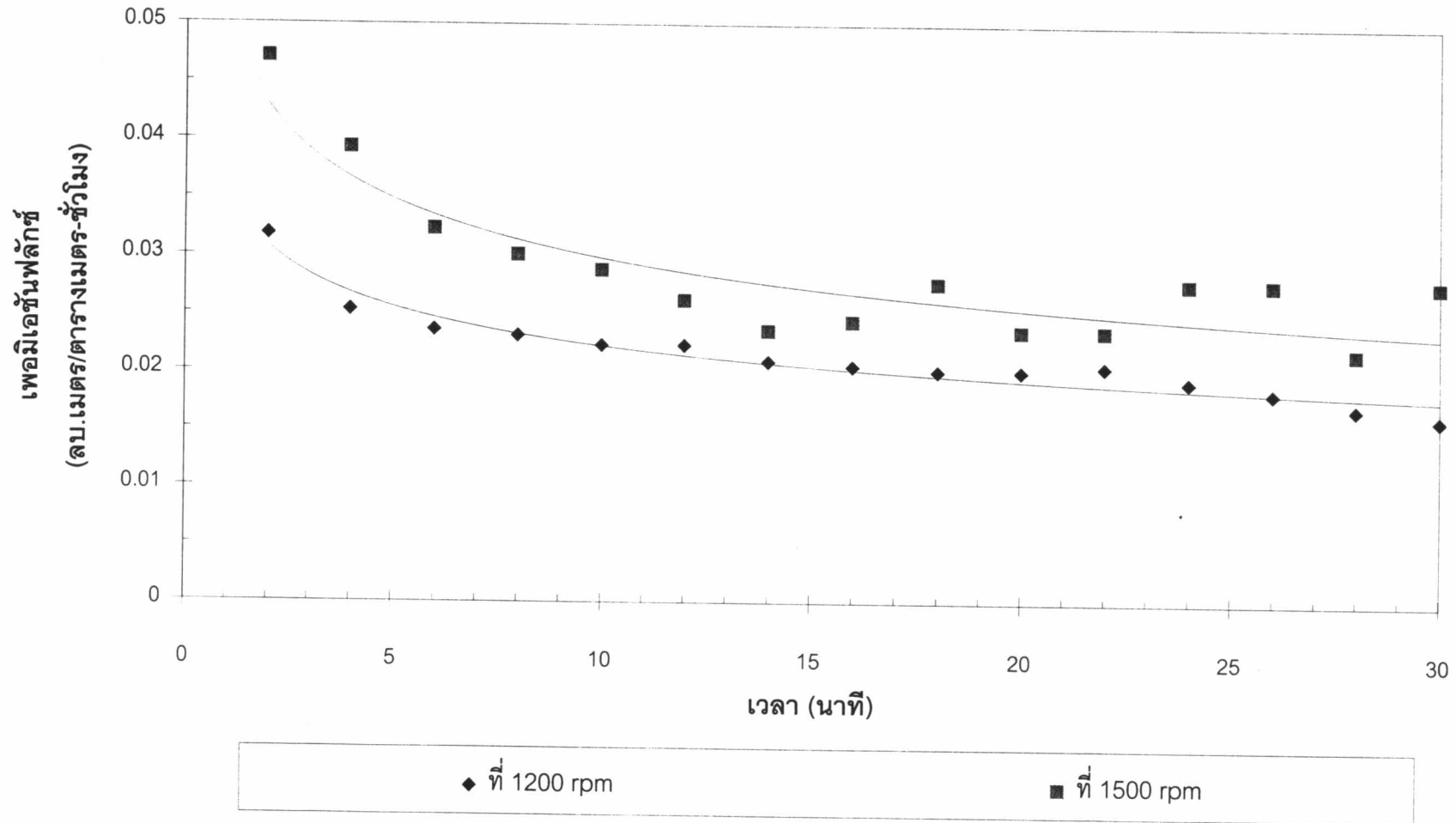
รูปที่ ก. 42 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร ความดันต่างๆ โดยที่เยื่อแผ่นหมุนที่ 1500 รอบต่อนาที

ตาราง ก.34 แสดงปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม ที่ความดันต่างๆ ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	เพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	
	ความดัน 17 กิโลปาสคาล	ความดัน 34 กิโลปาสคาล
2	0.0471	0.0916
4	0.0864	0.1492
6	0.1187	0.1937
8	0.1488	0.2338
10	0.1776	0.2670
12	0.2037	0.2980
14	0.2273	0.3272
16	0.2517	0.3564
18	0.2744	0.3835
20	0.2980	0.4105
22	0.3215	0.4350
24	0.3442	0.4598
26	0.3669	0.4843
28	0.3887	0.5087
30	0.4114	0.5323



รูปที่ ก. 43 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์สะสมเปรียบเทียบที่ความดันต่างๆ ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุนที่ 1500 รอบต่อนาที



รูปที่ ก. 44 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์กับเวลา ที่ความเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร ความเร็วรอบต่างๆ ความดัน 17 กิโลปาสคาล

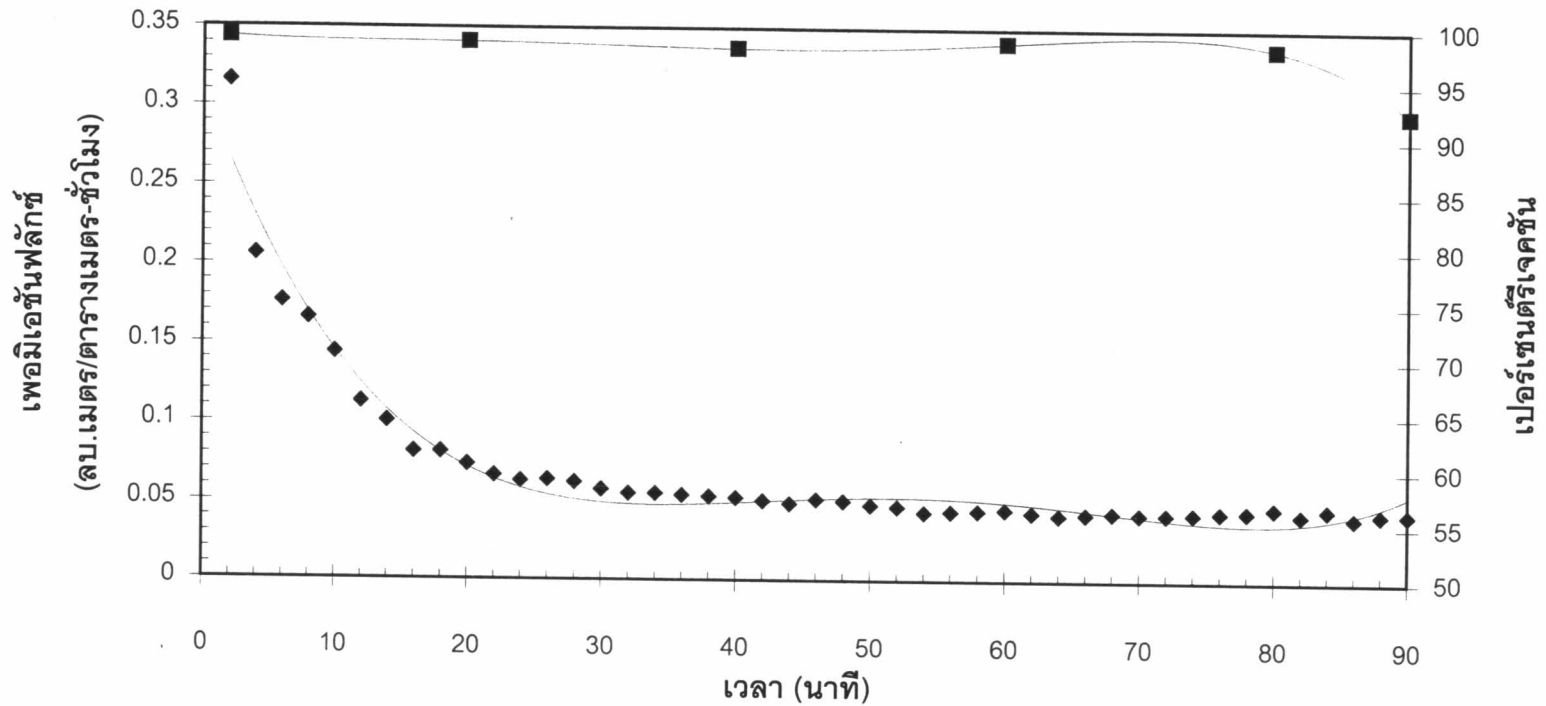
ตาราง ก.35 แสดงผลการทดลองเรื่องการกรองชนิดมีการเวียนกลับ ที่ความเข้มข้น

2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหมุน 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
2	0.3159	362	0.3159	99.1
4	0.2059	236	0.5218	-
6	0.1763	202	0.6980	-
8	0.1658	190	0.8638	-
10	0.1440	165	1.0078	-
12	0.1126	129	1.1204	-
14	0.1003	115	1.2207	-
16	0.0811	93	1.3019	-
18	0.0811	84	1.3830	-
20	0.0733	76	1.4563	98.70
22	0.0663	72	1.5226	-
24	0.0628	73	1.5854	-
26	0.0637	71	1.6491	-
28	0.0620	66	1.7111	-
30	0.0576	63	1.7687	-
32	0.0550	63	1.8237	-
34	0.0550	62	1.8786	-
36	0.0541	61	1.9327	-
38	0.0532	60	1.9859	-
40	0.0524	58	2.0383	98.20
42	0.0506	56	2.0889	-
44	0.0489	59	2.1378	-
46	0.0515	58	2.1893	-
48	0.0506	55	2.2399	-
50	0.0480	54	2.2879	-

ตาราง ก.35 (ต่อ) แสดงผลการทดลองเรื่องการกรองชนิดมีการเวียนกลับ ที่ความเข้มข้น
2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสคาลโดยที่เยื่อแผ่นหุ้ม 1500 รอบต่อนาที

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เพอมีเอท (มล./2 นาที)	ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์สะสม (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ รีเจคชัน
52	0.0471	50	2.3350	-
54	0.0436	50.5	2.3786	-
56	0.0441	51	2.4227	-
58	0.0445	52	2.4672	-
60	0.0454	50	2.5125	98.80
62	0.0436	48	2.5562	-
64	0.0419	49	2.5980	-
66	0.0428	50	2.6408	-
68	0.0436	49	2.6844	-
70	0.0428	49	2.7272	-
72	0.0428	49.5	2.7699	-
74	0.0432	50.5	2.8131	-
76	0.0441	51	2.8572	-
78	0.0445	54	2.9017	-
80	0.0471	49	2.9488	98.30
82	0.0428	53	2.9916	-
84	0.0462	47	3.0378	-
86	0.0410	50	3.0788	-
88	0.0436	50	3.1225	-
90	0.0436	50	3.1661	92.40



◆ ปริมาณเพอมีเอชันฟลักซ์ (ลบ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง) ■ เปอร์เซนต์รีเจคชัน

รูปที่ ก. 45 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซนต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 34 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหุ้ม 1500 รอบต่อนาที และมีการเวียนเซลล์กลับ

ภาคผนวก ข.

การกรองโดยใช้เครื่องกรองชนิดหมุนได้กับเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟน

ความเป็นมา

เนื่องจากเดิมเราใช้เครื่องกรองชนิดหมุนได้โดยใช้เยื่อแผ่นพอลิซัลโฟนเป็นตัวกรองกับเครื่อง rotary bioseparation ที่สั่งซื้อมาจากอเมริกา แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของตัวเยื่อแผ่นที่มีคุณสมบัติการจับยึดกับโปรตีนได้ดี ทำให้เกิดปัญหาในการทำความสะอาด ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการทำความสะอาดนานมากกว่าเยื่อแผ่นจะสะอาด และเนื่องจากอายุการใช้งานของตัวเยื่อแผ่นสั้นทำให้ต้องเปลี่ยนเยื่อแผ่นเมื่อหมดอายุการใช้งาน ประกอบกับเยื่อแผ่นมีราคาแพงมาก ทำให้เราไม่มีทุนวิจัยเพียงพอที่จะนำเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟนนี้อมาทดลองเรื่องการกรองกับเชื้อ *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697 ดังที่ตั้งใจไว้แต่เดิมจนสำเร็จ แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้ทำไว้แล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับกรองโดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกได้ดังจะกล่าวต่อไป

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเป็นเช่นเดียวกับการทดลองในส่วนหน้า (บทที่ 4 หัวข้อ 4.1) เพียงแต่เครื่องกรองที่ใช้จะเป็นเครื่องกรองชนิดหมุนได้ รุ่น Spintrex ของบริษัท New Brunswick , USA. และเยื่อแผ่นชนิดพอลิซัลโฟน ขนาด 0.2 ไมครอน ของบริษัท Membrex , USA .

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองเช่นเดียวกับส่วนหน้า (บทที่ 4 หัวข้อ 4.4) โดยทำการทดลองที่ความเข้มข้น 2, 4.5 และ 7 กรัมต่อลิตร ให้เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง และหมุนที่ 500 รอบต่อนาที

ผลการทดลอง วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 คุณลักษณะของเครื่องกรองชนิดหมุนได้

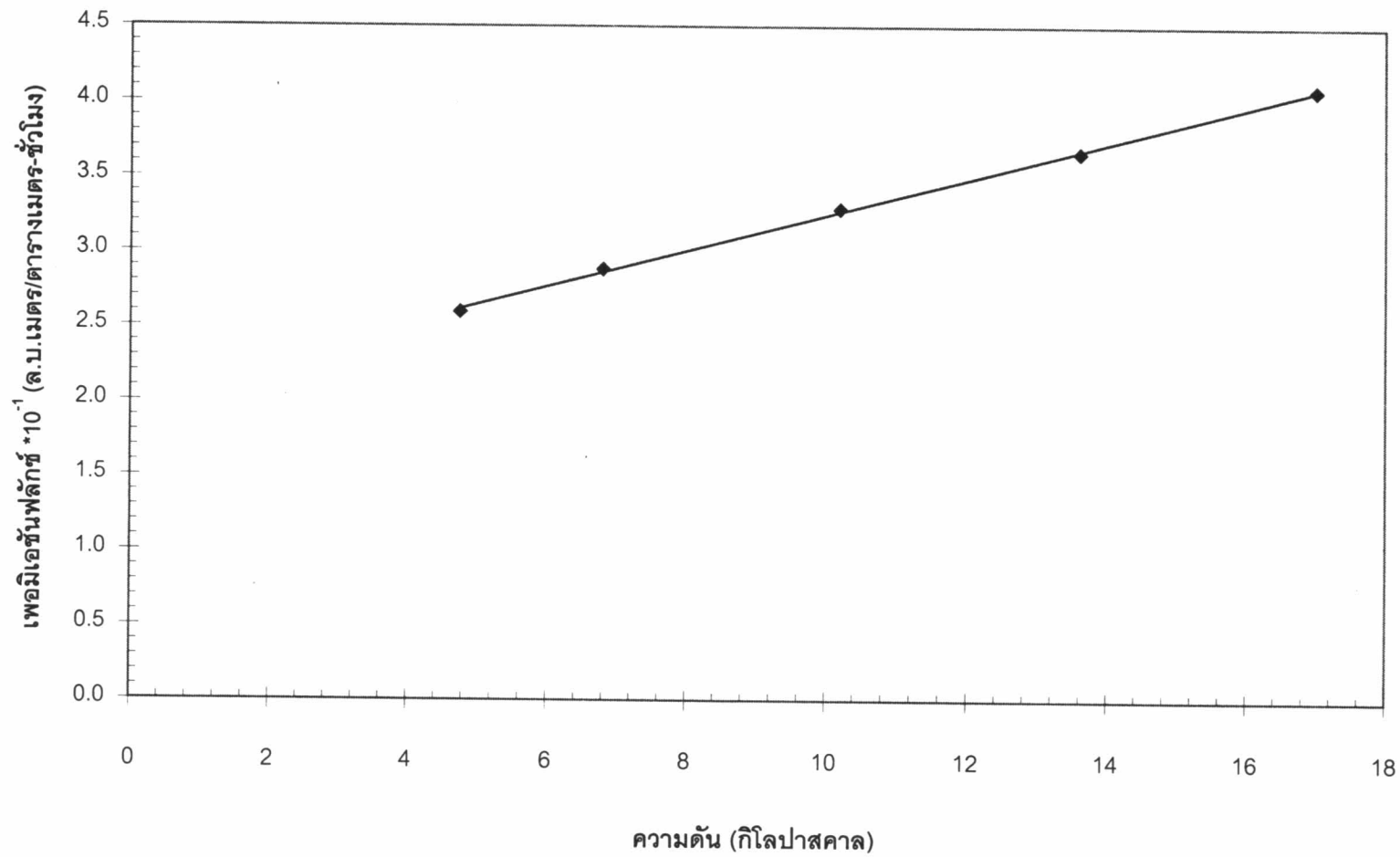
ขนาดของตัวกรอง	252 มิลลิเมตร x 57 มิลลิเมตร
พื้นที่การกรอง	382 ตารางเซนติเมตร
ชนิดของเยื่อแผ่น	พอลิซัลโฟน
ช่องว่างระหว่างผนังท่อและผิวเยื่อแผ่น	2.7 มิลลิเมตร

การศึกษาผลของการกรองน้ำกำจัดแร่ธาตุ (demineral water) ที่มีต่อเยื่อแผ่นเซรามิก

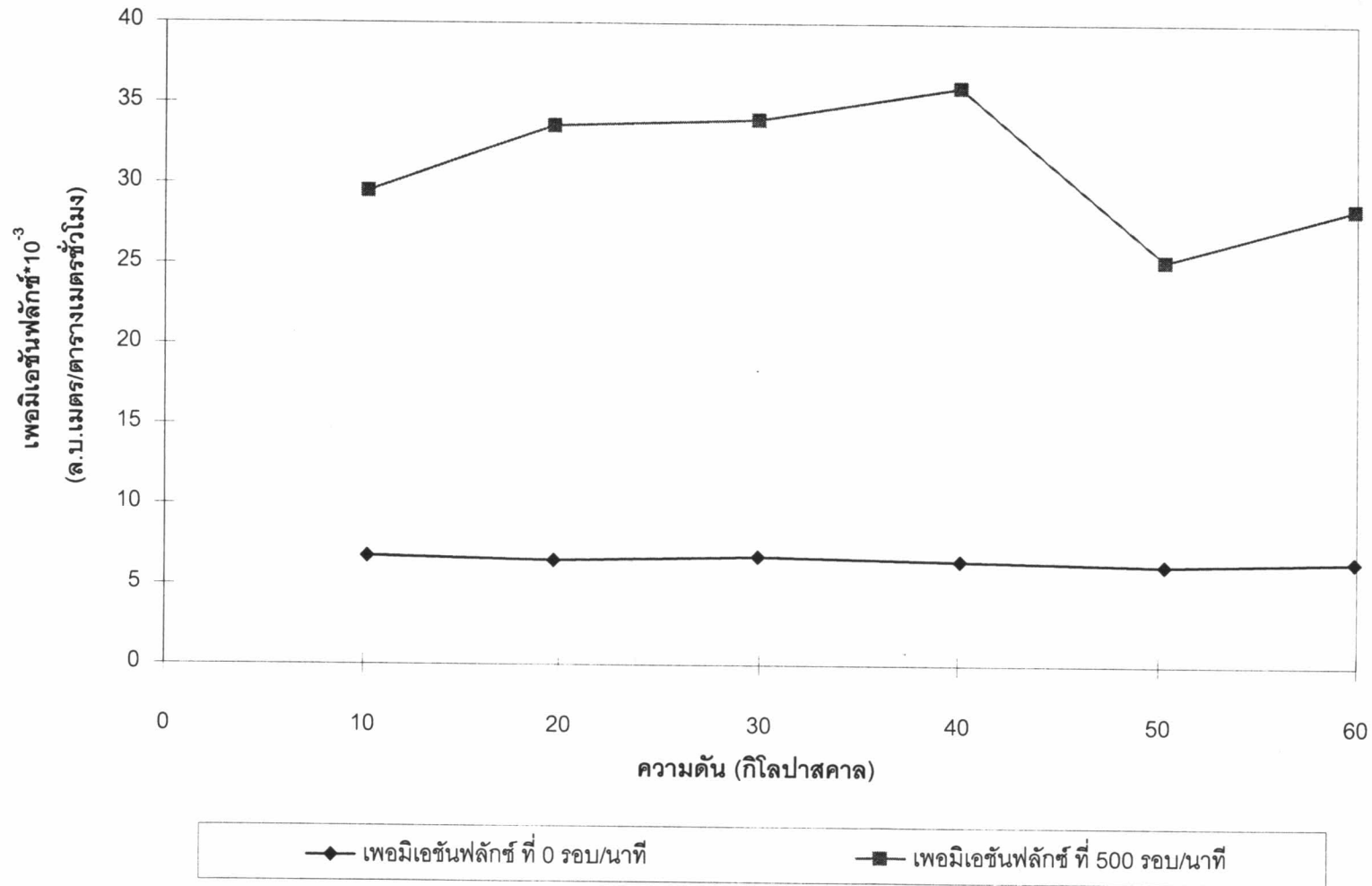
จากการศึกษาการกรองน้ำกำจัดแร่ธาตุด้วยเยื่อแผ่นทำให้ทราบภาวะ และคุณสมบัติของเยื่อแผ่นที่นำมาใช้ในการทดลอง โดยทำการทดลองที่อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.01 ล.บ.เมตรต่อชั่วโมง ความดันขาเข้า 4.76, 6.8, 10.2, 13.6 และ 17 กิโลปาสคาล ที่ระยะห่างของผนังเยื่อแผ่นด้านนอกกับผนังท่อด้านในเท่ากับ 2.7 มิลลิเมตร เก็บเพอมีเอชันฟลักซ์น้ำกำจัดแร่ธาตุทุก 1

นาที่ ผลการทดลองแสดงในรูปที่ ข.1 พบว่า ค่าเพมิเอชันฟลักซ์ของน้ำต่อเวลาจะมีค่าคงที่ เนื่องจากในน้ำกำจัดแร่ธาตุปราศจากอนุภาคปนอยู่ จึงไม่เกิดการอุดตันของเยื่อแผ่น ซึ่งผลการทดลองนี้จะใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบความสะอาดของผิวเยื่อแผ่นในการทดลองครั้งต่อไป โดยที่ค่าเพมิเอชันฟลักซ์ของน้ำก่อนการทดลองทุกครั้งจะต้องได้เท่ากับค่าเพมิเอชันฟลักซ์มาตรฐาน จึงจะสามารถทำการทดลองการกรองต่อไปได้

จากค่าเพมิเอชันฟลักซ์ของน้ำที่ความดันต่าง ๆ (รูปที่ ข.1) จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์เป็นแบบแปรผันตรง เนื่องจากการกรองสารละลายที่ไม่มีอนุภาคเจือปนอยู่ ความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นเนื่องจากการอุดตันของอนุภาคมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้นความต้านทานการกรองซึ่งแสดงในรูปของสมการฟลักซ์ในสมการที่ 3.1 จึงเป็นค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นเท่านั้นดังในสมการที่ 3.3 เนื่องจากค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นมีค่าคงที่ จึงทำให้ค่าเพมิเอชันฟลักซ์ของน้ำมีค่าคงที่ จากกราฟความชันของเส้นกราฟมีค่าเท่ากับ $1/\mu R_m$ เมื่อ R_m คือ ค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่น จากการคำนวณพบว่า เยื่อแผ่นเซรามิกที่ใช้ในการทดลองมีค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นเท่ากับ 3.26×10^{11} เมตร⁻¹ สามารถนำค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นนี้ไปใช้ในสมการที่ 3.1 เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความต้านทานการกรองรวมของเยื่อแผ่นเนื่องจากการอุดตันของอนุภาคบนผิวเยื่อแผ่น ในการกรองน้ำหมักได้ต่อไป



รูปที่ ข.1 แสดงค่าเพอมีเอชันพลักซ์ต่อความดันของน้ำกำจัดแร่ธาตุ



รูปที่ ข. 2 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อความดัน ที่ความเข้มข้นเซลล์ 7 กรัมต่อลิตร

การศึกษาผลของความดันที่มีต่อการกรอง *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697 ในน้ำหมัก โดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกในเครื่องกรองชนิดหมุนได้

การศึกษาผลของความดันที่มีต่อการกรองน้ำหมัก โดยทำการทดลองที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดันขาเข้า 10.2, 19.7, 29.9, 40.1, 50.3 และ 59.9 กิโลปาสคาล อัตราการป้อนน้ำหมักเท่ากับ 0.01 ลิ.บ.เมตรต่อชั่วโมง ระยะห่างของผนังเยื่อแผ่นกับท่อด้านในเท่ากับ 2.7 มิลลิเมตร ทำการวัดค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ที่เวลาต่าง ๆ กันทุก ๆ 3 นาที จากผลการทดลองสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันกับค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ได้ ดังแสดงในรูปที่ ข.2 คือ เมื่อทำการทดลองในภาวะที่เยื่อแผ่นอยู่กับที่ พบว่า เมื่อเพิ่มความดันค่าเพอมีเอชันฟลักซ์จะมีค่าไม่ต่างกันมากนัก เนื่องจากสารละลายมีความเข้มข้นมาก เซลล์ในสารละลายซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ารูพรุนของเยื่อแผ่นจึงไม่สามารถผ่านเยื่อแผ่นออกไปได้ เซลล์จึงถูกกักสะสมอยู่บริเวณผิวเยื่อแผ่น ทำให้เกิดการอุดตันของเยื่อแผ่น เป็นผลให้ความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นมีค่าสูงขึ้น ทำให้ความดันไม่มีผลต่ออัตราการเพิ่มของเพอมีเอชันฟลักซ์ นอกจากนี้การเพิ่มความดันอาจทำให้เกิดการอัดตัวของชั้นเจลมากขึ้น และเนื่องจากเยื่อแผ่นทำจากพอลิเมอร์ ซึ่งจะเกิดการจับตัวกันระหว่างเยื่อแผ่นและโปรตีนในเซลล์ด้วย ทำให้ความดันไม่มีต่อการเพิ่มขึ้นของค่าเพอมีเอชันฟลักซ์มากนัก และเมื่อทำการทดลองในภาวะที่เยื่อแผ่นหมุนด้วยความเร็ว 500 รอบต่อนาที มีผลทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์มากขึ้นกว่าการที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง เนื่องจากว่าเมื่อเยื่อแผ่นหมุนจะเกิดการหมุนวนของสารละลายขึ้น ทำให้ลดชั้นเจลบริเวณผิวเยื่อแผ่นลง การเพิ่มความดันในช่วงแรก (10.2 ถึง 40.1 กิโลปาสคาล) มีผลทำให้เพอมีเอชันฟลักซ์มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากว่าเมื่อเยื่อแผ่นหมุนจะเกิดการหมุนวนของสารละลายขึ้น ทำให้เกิดชั้นเจลบริเวณผิวเยื่อแผ่นไม่มาก ความดันจึง

มีผลต่อการกรองมาก ทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์เพิ่มขึ้น แต่เมื่อถึงที่ความดันเท่ากับ 50.3 กิโลปาสคาล พบว่า เพอมีเอชันฟลักซ์มีค่าลดลง แสดงว่า ความดันมีผลทำให้เกิดการอุดตันของชั้นเจล ชั้นคลุมผิวเยื่อแผ่นมีลักษณะคล้ายเยื่อแผ่นอีกแผ่นต่ออนุกรมอยู่กับเยื่อแผ่นเดิม การหมุนวนของสารละลายไม่สามารถเข็นชั้นเจลอ์นี้ออกไปได้ ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์จึงลดลง แต่เมื่อเพิ่มความดันขึ้นไปอีก (59.9 กิโลปาสคาล) ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์กลับเพิ่มขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากว่า เมื่อเกิดชั้นเจลมากขึ้นมากชั้นจนมีน้ำหนักมากพอ ทำให้ชั้นเจลอ์นี้ถูกเหวี่ยงกลับสู่สารละลายเร็วขึ้น ความดันจึงทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์สูงขึ้นได้อีก

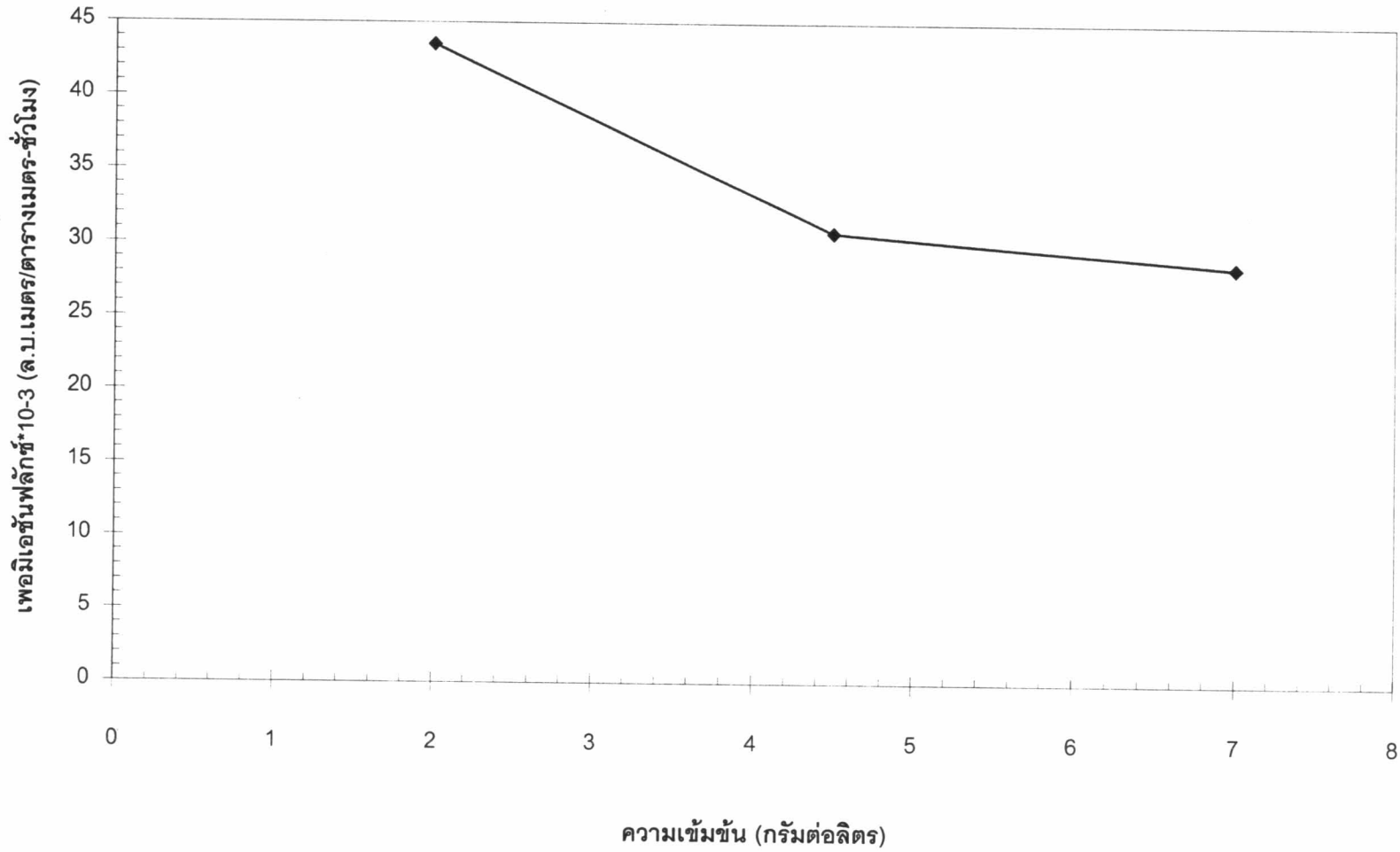
การศึกษาผลของความเร็วยรอบการหมุนของเยื่อแผ่นต่อการกรอง *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697 ในน้ำหมัก โดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกในเครื่องกรองชนิดหมุนได้

จากการศึกษาผลของความเร็วยรอบการหมุนของเยื่อแผ่นต่อค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ของน้ำหมักที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร โดยทำการทดลองในภาวะเยื่อแผ่นอยู่กับที่ และทำการเปลี่ยนความเร็วยรอบเป็น 500 รอบต่อนาที ความดันขาเข้า 10.2, 19.7, 29.9, 40.1, 50.3 และ 59.9 กิโลปาสคาล โดยใช้อัตราการป้อนของน้ำหมักเท่ากับ 0.01 ลิ.บ.เมตรต่อชั่วโมง ผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเพอมีเอชันฟลักซ์กับความเร็วยรอบการหมุนของเยื่อแผ่น ดังรูปที่ ข.2 พบว่าการเพิ่มความเร็วยรอบการหมุนของเยื่อแผ่น มีแนวโน้มทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการหมุนของเยื่อแผ่นทำให้เกิดการหมุนวนของสารละลายที่เรียกว่า การหมุนวนของเทย์เลอร์ ทำให้เกิดแรงเฉือนตลอดผิวเยื่อแผ่น กวาดอนุภาคที่เกาะบริเวณผิวเยื่อแผ่นให้หลุดออกกลับเข้าไป

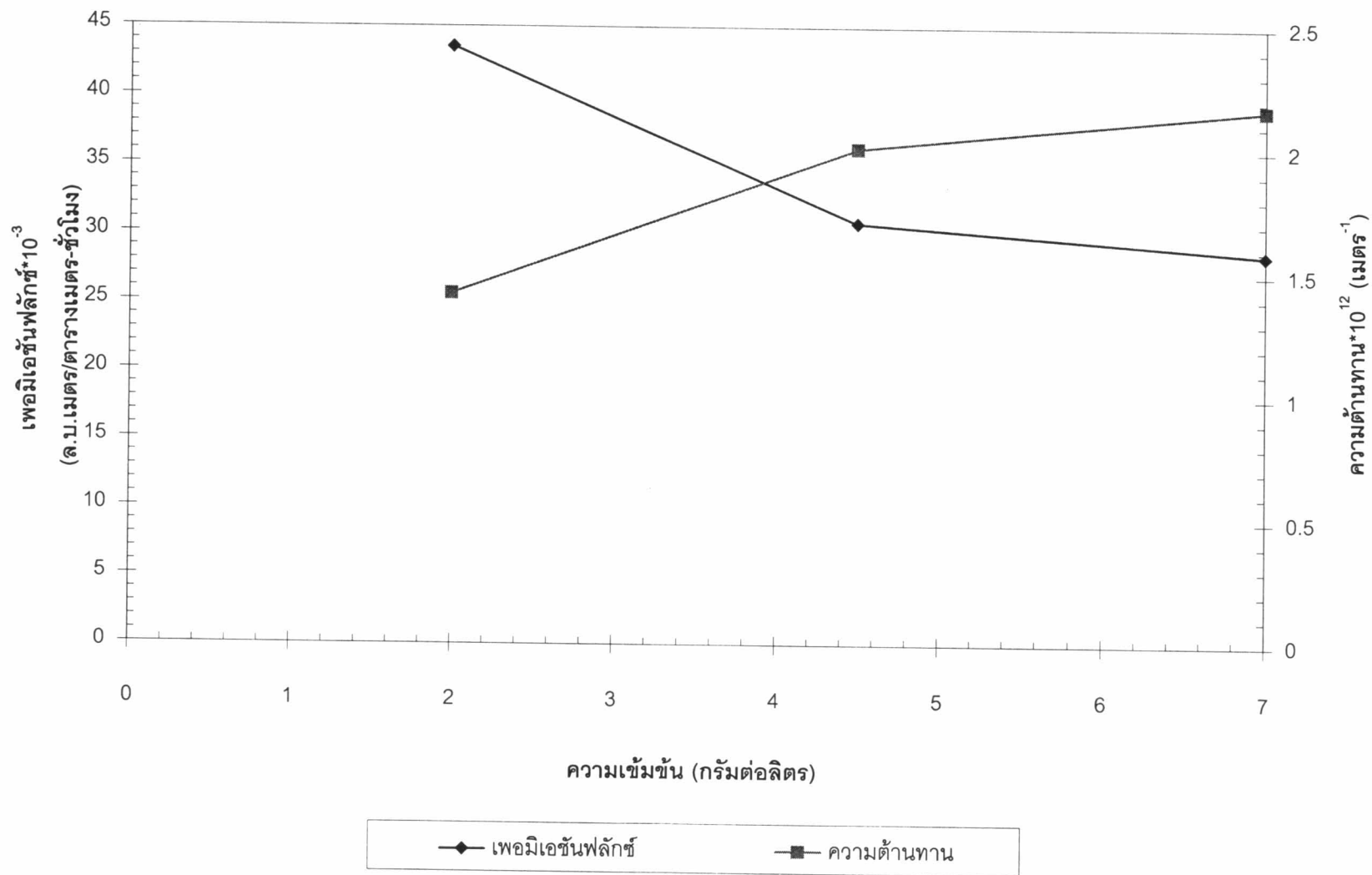
ในสารละลายอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงสามารถควบคุมการสร้างเจลบนผิวเยื่อแผ่นได้เป็นอย่างดี ทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ที่ได้มีค่าสูง

การศึกษาผลของความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อนต่อการกรอง *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697 ในน้ำหมัก โดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกในเครื่องกรองชนิดหมุนได้

จากการศึกษาผลของความเข้มข้น ทำการทดลองที่ความเข้มข้น 2, 4.5 และ 7 กรัมต่อลิตร พบว่าค่าเพอมีเอชันฟลักซ์จะแปรผกผันกับค่าความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อน (รูปที่ ข.3) เมื่อสายป้อนมีความเข้มข้นของเซลล์สูงจะทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.12 เนื่องจากความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อนมีผลต่อการถ่ายเทมวล, การเกิดโพลาไรเซชัน และการอุดตันของเยื่อแผ่น ดังแสดงในรูปที่ ข.4 จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นกับความเข้มข้นของเซลล์ในสายป้อนที่ความดันต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า การเพิ่มความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อนจะทำให้ค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่นเนื่องจากการอุดตันของอนุภาคบนผิวเยื่อแผ่นมีค่าสูงขึ้น ทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์มีค่าลดลง



รูปที่ ข.3 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์กับความชื้นต่าง ๆ ที่ความดัน 59.9 กิโลปาสคาล
ความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที



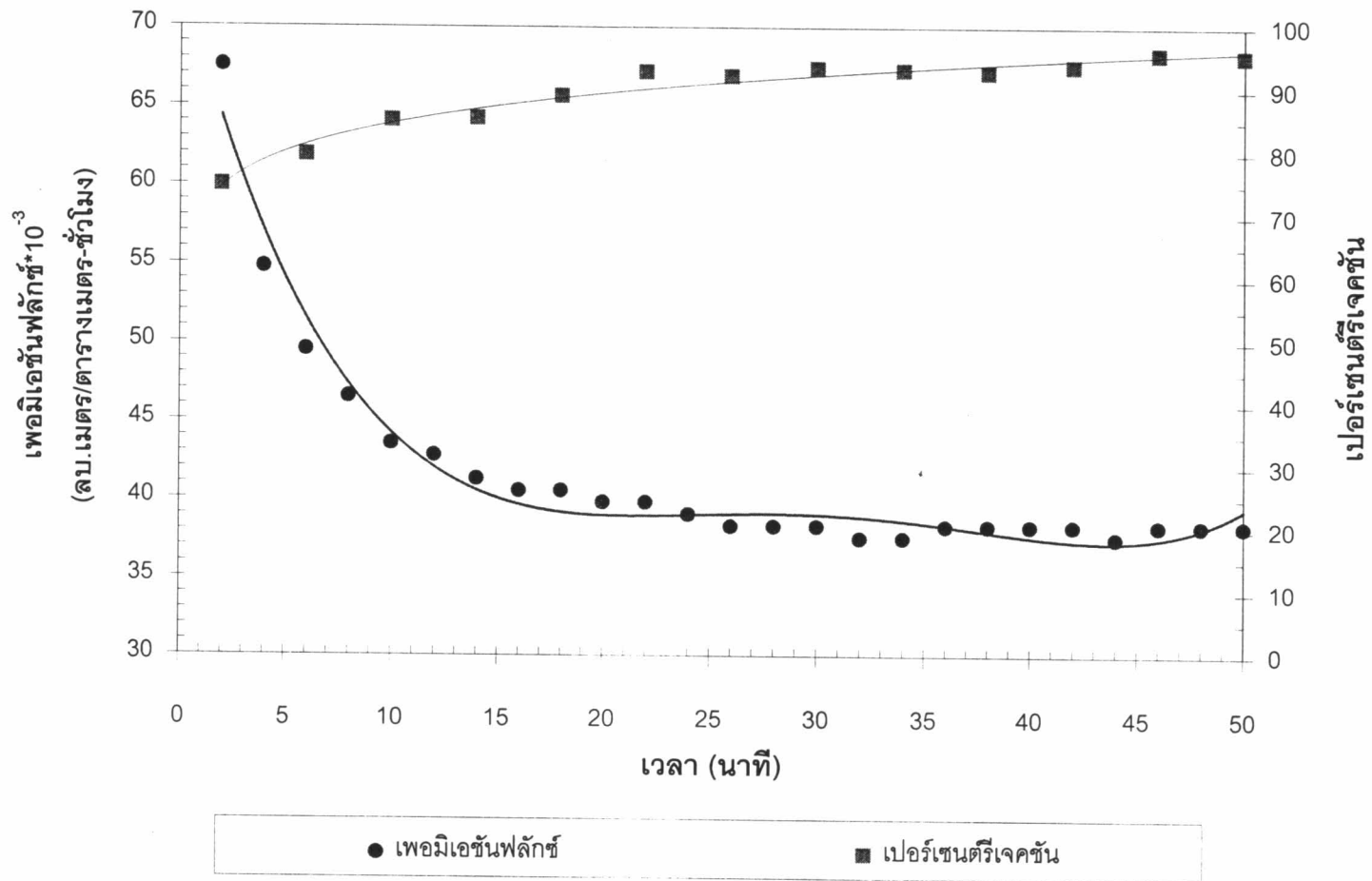
รูปที่ ข. 4 แสดงเพอมีเอชันฟลักซ์ และค่าความต้านทาน กับความเข้มข้น

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การเก็บกักของการกรองเชื้อ *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697 ด้วยการกรองชนิดหมุนได้

จากการทดลองทำการเก็บตัวอย่างสายเพอมีเอททุก ๆ 4 นาที นำมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสายเพอมีเอท หาเปอร์เซ็นต์การเก็บกักได้จากสมการที่ 3.72 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์การเก็บกักต่อเวลา ทำการทดลองที่ 2 กรัมต่อลิตร ความเร็วรอบการหมุนของเยื่อแผ่นเท่ากับ 500 รอบต่อนาที ความดันเท่ากับ 59.9 กิโลปาสคาล จากรูปที่ ๓.5 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การเก็บกักเพิ่มขึ้นตามเวลาจนเกือบคงที่ เนื่องจากในช่วงแรกยังไม่เกิดการอุดตันอนุภาคขนาดเล็กสามารถผ่านเยื่อแผ่นไปได้บางส่วน แต่เมื่อเวลาผ่านไปความต้านทานการกรองจะมีค่ามากขึ้นเรื่อย ๆ

เปรียบเทียบผลทดลองเรื่องการกรองโดยใช้เครื่องกรองชนิดหมุนได้ระหว่างเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟนและเยื่อแผ่นเซรามิก

ทำการทดลองที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ให้เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที โดยที่เยื่อแผ่นเซรามิกทำการทดลองที่ความดัน 51 กิโลปาสคาล และเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟนทำการทดลองที่ความดัน 59.9 กิโลปาสคาล เมื่อเปรียบเทียบผลของการทดลองทั้ง 2 การทดลอง พบว่า ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ของเยื่อแผ่นเซรามิก (ประมาณ 0.082 ล.บ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง) มีค่ามากกว่าค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ของเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟน (ประมาณ 0.044 ล.บ.เมตร/ตารางเมตร-ชั่วโมง) ประมาณ 2 เท่า



รูปที่ ข. 5 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 59.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟน มีอายุการใช้งานสั้น จึงทำการทดลองเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่ทำการศึกษาได้เพียงภาวะที่เยื่อแผ่นหุคหนึ่ง และหมุนที่ 500 รอบต่อนาที ความดัน 10.2, 19.7, 29.9, 40.1, 50.3 และ 59.9 กิโลปาสคาล และที่ความเข้มข้น 2, 4.5 และ 7 กรัมต่อลิตร

1. จากการทดลองการกรองแบบไมโครฟิลเตรชันด้วยเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟนชนิดหมุนได้ พบว่าภาวะที่ทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์มีค่าสูงสุดเท่ากับ $43.5 \cdot 10^{-3}$ ล.บ.เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง อยู่ที่ความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อนเท่ากับ 2 กรัมต่อลิตร ความเร็วรอบการหมุนของเยื่อแผ่นเท่ากับ 500 รอบต่อนาที ความดันขาเข้า 59.9 กิโลปาสคาล เมื่อกำหนดช่องว่างระหว่างผนังเยื่อแผ่นกับผนังท่อเท่ากับ 2.7 มิลลิเมตร ที่อัตราการป้อนน้ำหมัก 0.01 ล.บ.เมตรต่อชั่วโมง

2. ความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อนมีผลต่อค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ของการกรอง ความเข้มข้นของสารป้อนสูงจะทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่ำ จากการทดลองพบว่าที่ค่าความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อน 2 กรัมต่อลิตร ($43.5 \cdot 10^{-3}$ ล.บ.เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง) จะให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์สูงกว่าความเข้มข้นเซลล์ในสายป้อน 7 กรัมต่อลิตร (ประมาณ $28.5 \cdot 10^{-3}$ ล.บ.เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง) ที่ความดันขาเข้า 59.9 กิโลปาสคาล ประมาณ 1.5 เท่า

3. การเพิ่มความดันในการกรองด้วยเครื่องกรองชนิดหมุนได้ จะทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์เพิ่มขึ้นแค่ช่วงหนึ่ง เนื่องจากการเข้าสู่ภาวะคงที่จะใช้เวลานานขึ้น ในขณะที่การเพิ่มความดันให้กับการกรองชนิดเยื่อแผ่นอยู่กับที่มีผลต่อค่าเพอมีเอชันฟลักซ์น้อยมาก ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์จะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากเกิดการอุดตันของอนุภาคบนผิวเยื่อแผ่น

4. ความเร็วรอบการหมุนของเยื่อแผ่นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรกรองขณะเยื่อแผ่นอยู่กับที่

5. เวลาทำการกรองที่นานขึ้น จะทำให้เกิดการอุดตันของอนุภาคบริเวณผิวเยื่อแผ่น ปริมาตรของรูพรุนจะเล็กลง ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การเก็บกักสูงขึ้น

6. ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ของเยื่อแผ่นเซรามิกที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน เท่ากับ 51 กิโลปาสคาล เมื่อหมุนด้วยความเร็วเท่ากับ 500 รอบต่อนาที มีค่ามากกว่าค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ของเยื่อแผ่นพอลิซัลโฟนที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดันเท่ากับ 59.9 กิโลปาสคาล เมื่อหมุนด้วยความเร็วเท่ากับ 500 รอบต่อนาที ประมาณ 2 เท่า

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้เยื่อแผ่นพอลิเมอร์มีข้อจำกัดทางคุณสมบัติหลายอย่าง และมีราคาแพง จึงไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการวิจัย แต่อย่างไรก็ตามเยื่อแผ่นพอลิเมอร์ก็ยังไม่ให้เปอร์เซ็นต์การเก็บกักสูงมาก (เกือบจะ 100 เปอร์เซ็นต์) ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการทดลองที่ต้องการประสิทธิภาพในการกรองสูงมาก ๆ นั่นคือต้องการความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์สูง

2. ในการวิจัยนี้เราทำการกรองโดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกแทนการใช้เยื่อแผ่นพอลิเมอร์ พบว่าการใช้เยื่อแผ่นเซรามิกจะให้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ที่สูงกว่าการใช้เยื่อแผ่นพอลิเมอร์ แต่ให้ค่า

เปอร์เซ็นต์การเก็บกักน้อยกว่า จึงเหมาะสำหรับการทดลองที่ไม่ต้องการความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์สูงมากถึง 100 เปอร์เซ็นต์

3. เนื่องจากการกรองโดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกสามารถหาซื้อวัสดุที่จะนำมาทำเครื่องกรองได้ง่าย ดังนั้นจึงมีราคาถูกกว่าเครื่องกรองที่ต้องใช้เยื่อแผ่นพอลิซัลโฟน ซึ่งต้องสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบราคาต่อประสิทธิภาพการกรองและเพอมีเอชันฟลักซ์แล้ว เราจึงควรจะใช้เยื่อแผ่นเซรามิกแทนการใช้เยื่อแผ่นพอลิซัลโฟน

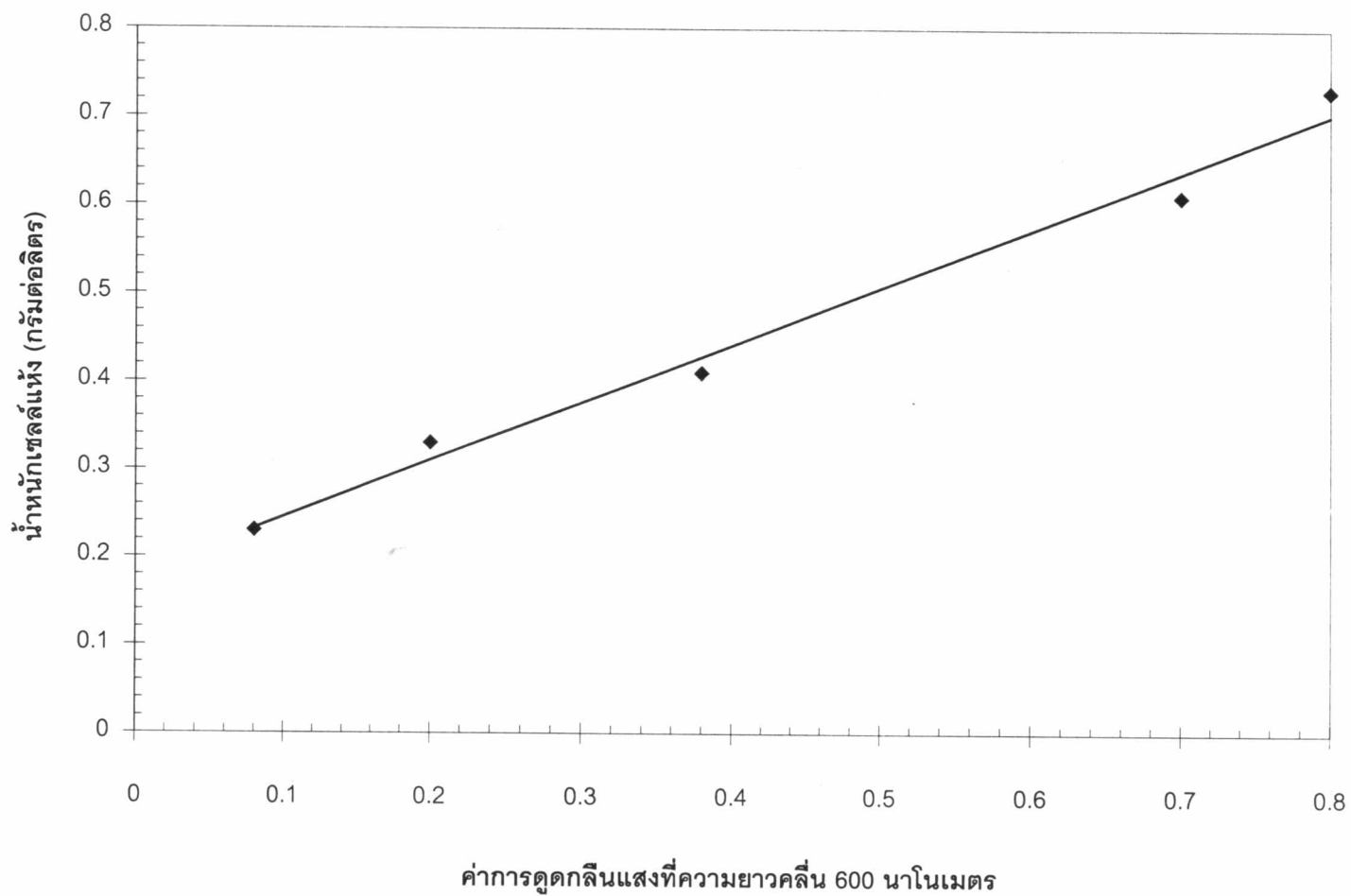
4. อย่างไรก็ตามเราควรปรับปรุงเครื่องกรองที่ใช้เยื่อแผ่นเซรามิกให้มีประสิทธิภาพดีกว่านี้ โดยสร้างเครื่องมือที่สามารถทำให้ปลอดเชื้อได้ และพัฒนาให้มีศักยภาพในการกรองที่ดีกว่าเดิมทั้งทางด้านประสิทธิภาพการกรองและให้มีเพอมีเอชันฟลักซ์ที่สูงและสามารถกรองต่อเนื่องได้นาน ๆ

วิธีการหาความเข้มข้นของเซลล์ในสารละลาย

วิธีการวิเคราะห์หาความเข้มข้นเซลล์ในสารละลาย ทำได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. ทำการเก็บตัวอย่างสารละลายมา 5 มิลลิลิตร นำมาใส่หลอดทดลองขนาด 5 มิลลิลิตร ทำการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 3300 รอบต่อนาที นาน 30 นาที
2. นำสารละลายที่ทำการปั่นเหวี่ยงแล้ว รินส่วนใสออกเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล นำส่วนที่ตกตะกอนมาทำการทำให้เจือจางลงโดยใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นตัวทำละลาย โดยทำให้เซลล์ละลายเป็นสารละลายแขวนลอยอยู่ในน้ำบริสุทธิ์

3. นำเซลล์ที่เป็นสารแขวนลอยในน้ำบริสุทธิ์นั้น มาทำการวัดปริมาณเซลล์ โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 600 นาโนเมตร นำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน รูปที่ ข. 6



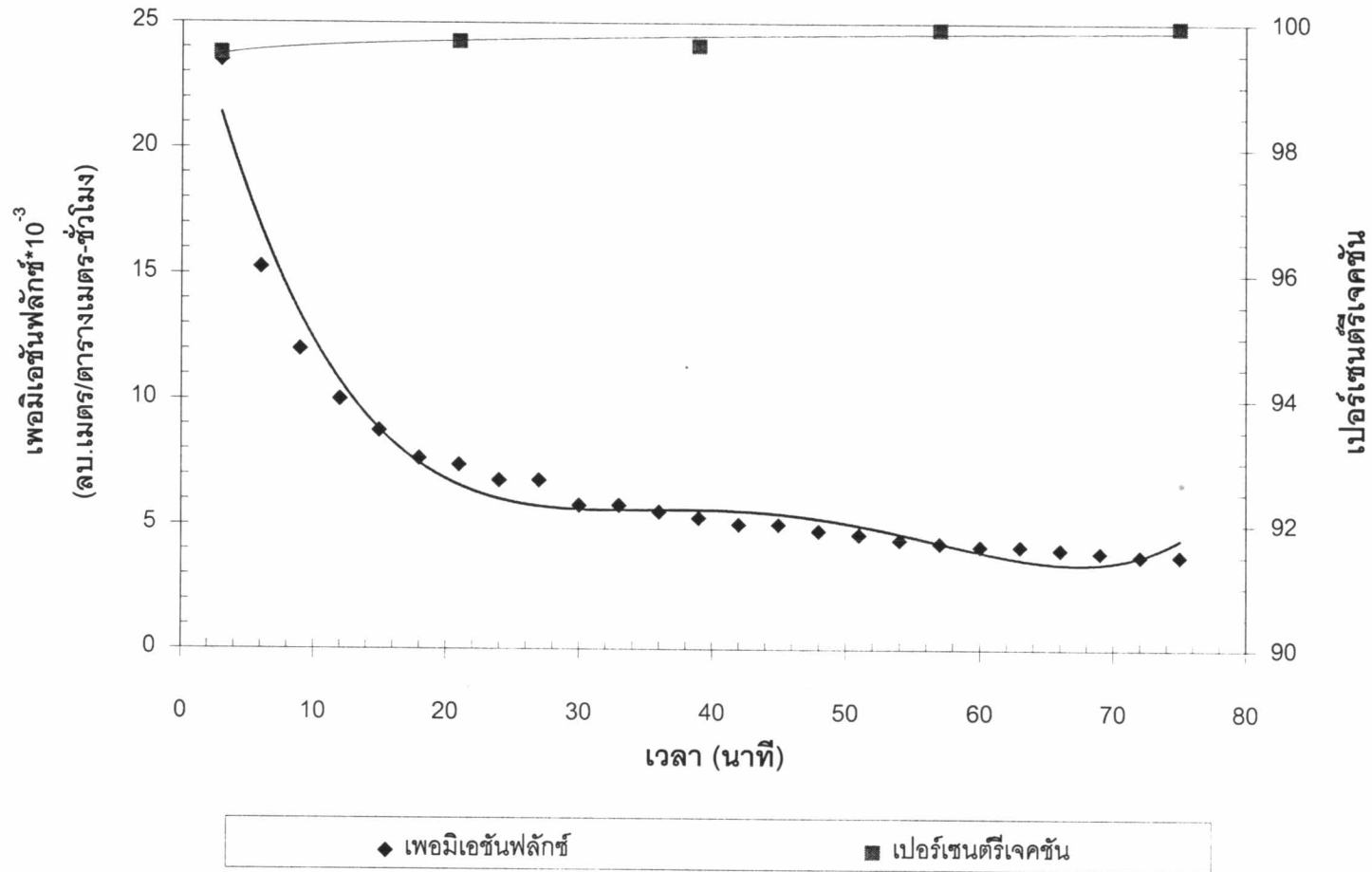
รูปที่ ข. 6 แสดงกราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง

ภาคผนวก ค.

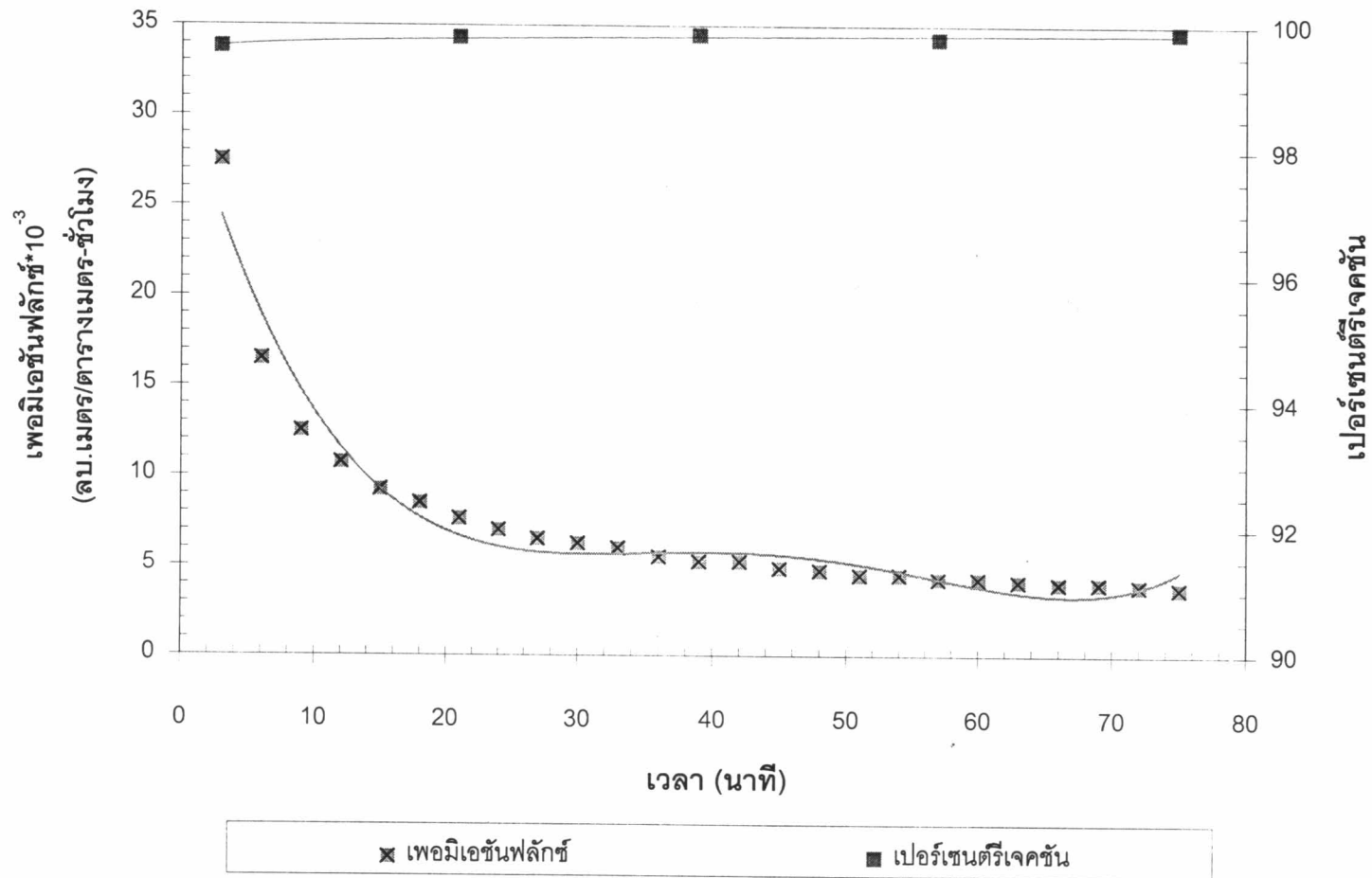
ตาราง ค. 1 แสดงผลการทดลองที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหุยดนิ่ง ที่ความดันต่าง ๆ

เวลา (นาที)	ปริมาณเทอมิเอท (ml /2 min)						เทอมิเอชันฟลักซ์ $\times 10^{-3} (m^3/m^2 \cdot hr)$					
	0.102 บาร์	0.197 บาร์	0.299 บาร์	0.401 บาร์	0.503 บาร์	0.599 บาร์	10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
							เทอมิเอชันฟลักซ์	เทอมิเอชันฟลักซ์	เทอมิเอชันฟลักซ์	เทอมิเอชันฟลักซ์	เทอมิเอชันฟลักซ์	เทอมิเอชันฟลักซ์
3	0.47	55	61	54	53	58	0.235	27.5	30.5	27	26.5	29
6	30.5	33	34.5	33	31.5	33	15.25	16.5	17.25	16.5	15.75	16.5
9	24	25	27	25	24	25	12	12.5	13.5	12.5	12	12.5
12	20	21.5	22	21	20.5	21.5	10	10.75	11	10.5	10.25	10.75
15	17.5	18.5	18.25	18.5	18	18.5	8.75	9.25	9.13	9.25	9	9.25
18	15.25	17	17.5	17	16.5	16.5	7.63	8.5	8.75	8.5	8.25	8.25
21	14.75	15.25	15.5	16	14.5	15	7.38	7.63	7.75	8	7.25	7.5
24	13.5	14	14.5	13.75	14	14	6.75	7	7.25	6.88	7	7
27	13.5	13	13.5	13	12.5	13	6.75	6.5	6.75	6.5	6.25	6.5
30	11.5	12.5	13	12.5	12	12.5	5.75	6.25	6.5	6.25	6	6.25
33	11.5	12	12	12	11.5	11.75	5.75	6	6	6	5.75	5.88
36	11	11	11.5	11.75	11	11	5.5	5.5	5.75	5.88	5.5	5.5
39	10.5	10.5	11	11	10.5	10.5	5.25	5.25	5.5	5.5	5.25	5.25
42	10	10.5	10.5	10.3	10	10.25	5	5.25	5.25	5.15	5	5.13
45	10	9.75	10.5	10	9.5	10	5	4.88	5.25	5	4.75	5
48	9.5	9.5	9.5	9.6	9.25	9.75	4.75	4.75	4.75	4.8	4.63	4.88
51	9.2	9	9.5	9.4	9	9.5	4.6	4.5	4.75	4.7	4.5	4.75
54	8.75	9	9.2	9	8.75	9.25	4.38	4.5	4.6	4.5	4.38	4.63
57	8.5	8.5	8.75	8.75	8.5	9	4.25	4.25	4.38	4.38	4.25	4.5
60	8.25	8.5	8.75	8.5	8.5	8.5	4.13	4.25	4.38	4.25	4.25	4.25
63	8.25	8.25	8.5	8.5	8	8.5	4.13	4.13	4.25	4.25	4	4.25
66	8	8	8.5	8	8	8	4	4	4.25	4	4	4
69	7.75	8	8.25	8	7.75	8	3.88	4	4.13	4	3.88	4
72	7.5	7.75	8	7.6	7.5	7.75	3.75	3.88	4	3.8	3.75	3.88
75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.88

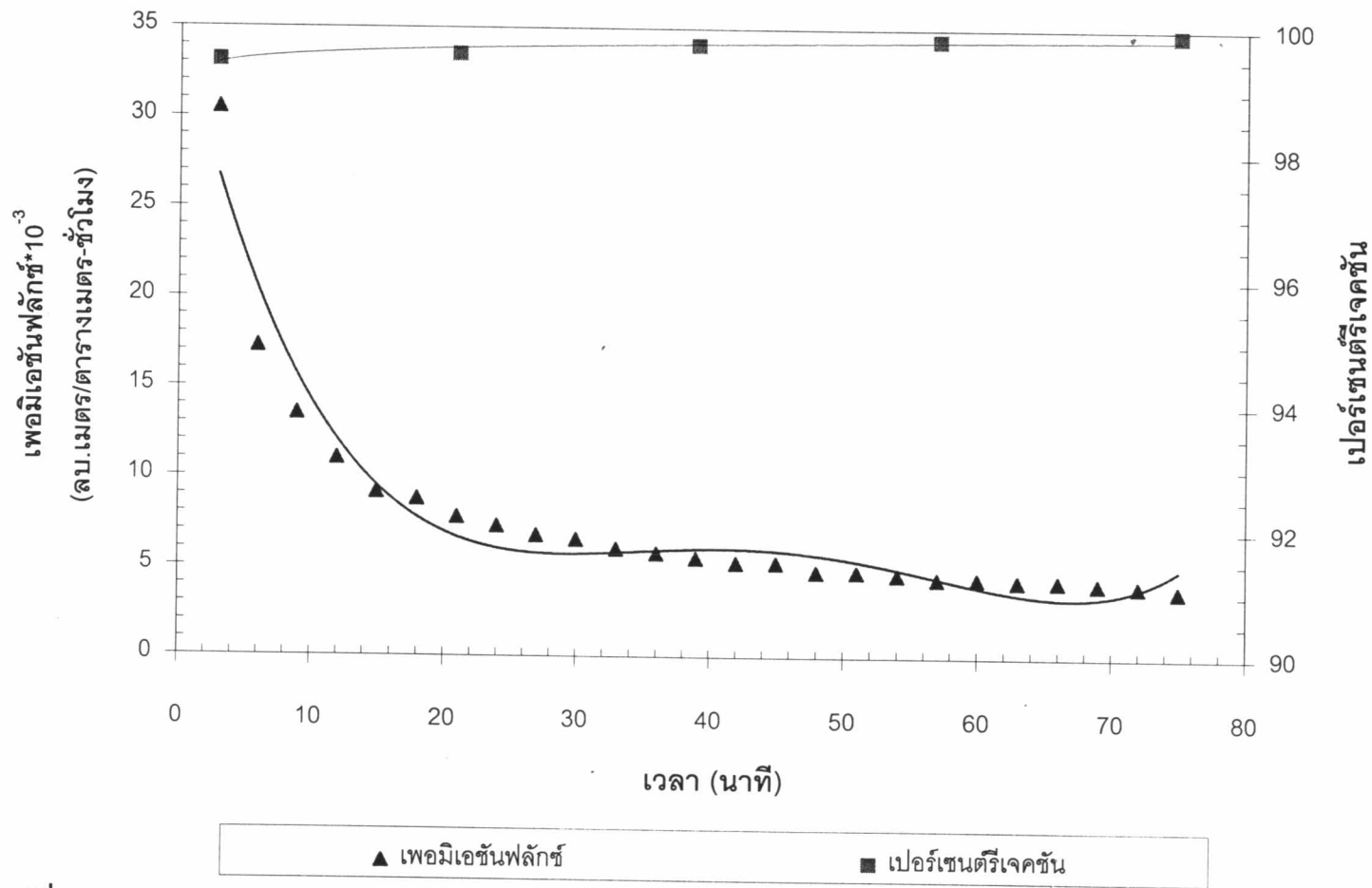
เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น					
10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น
99.52	99.65	99.47	99.70	99.42	
99.70	99.80	99.57	99.74	99.63	
99.63	99.85	99.73	99.92	99.82	
99.90	99.79	99.82	99.95	99.86	
99.94	99.89	99.91	99.96	99.94	



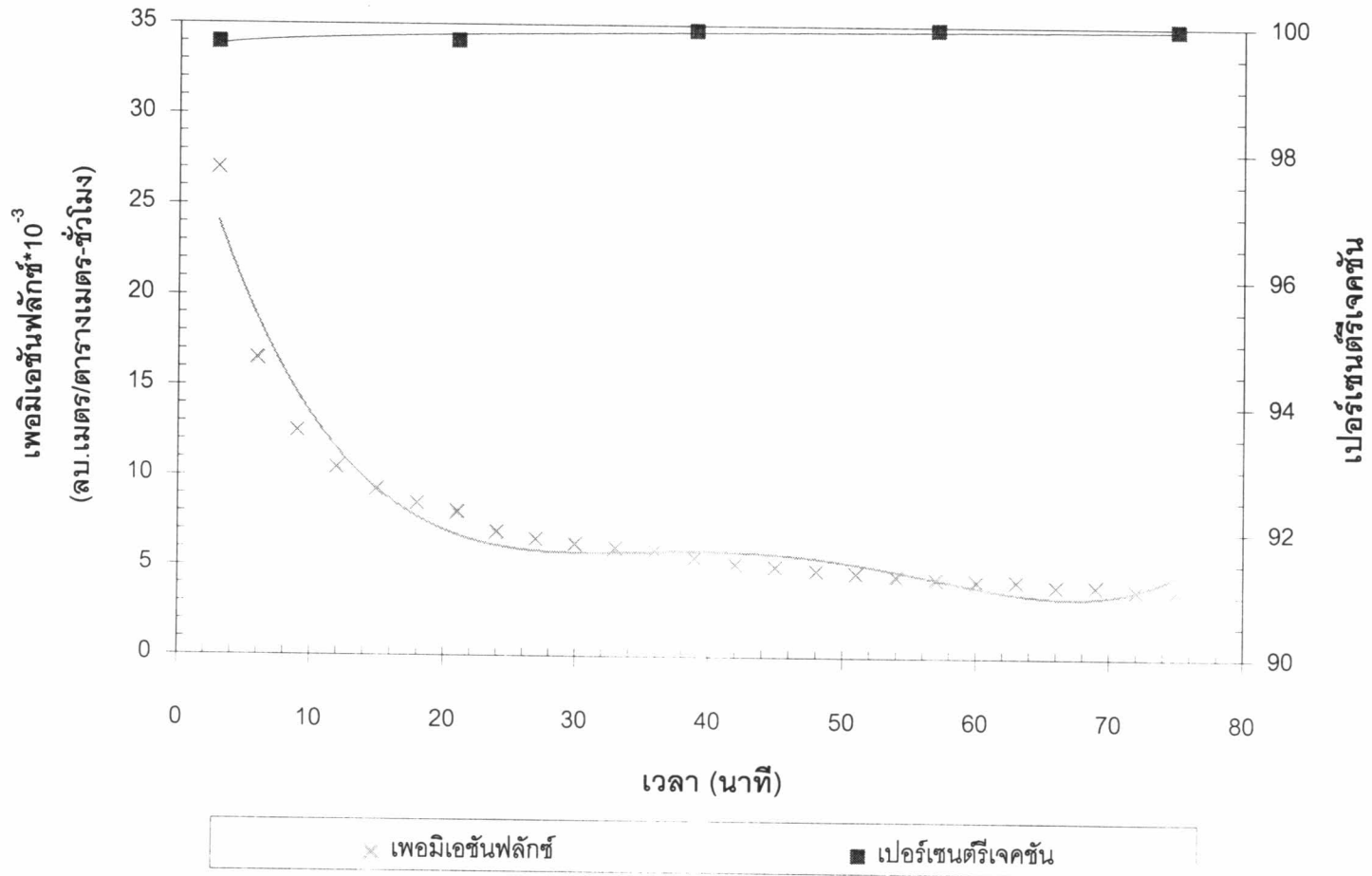
รูปที่ ค.1 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 10.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



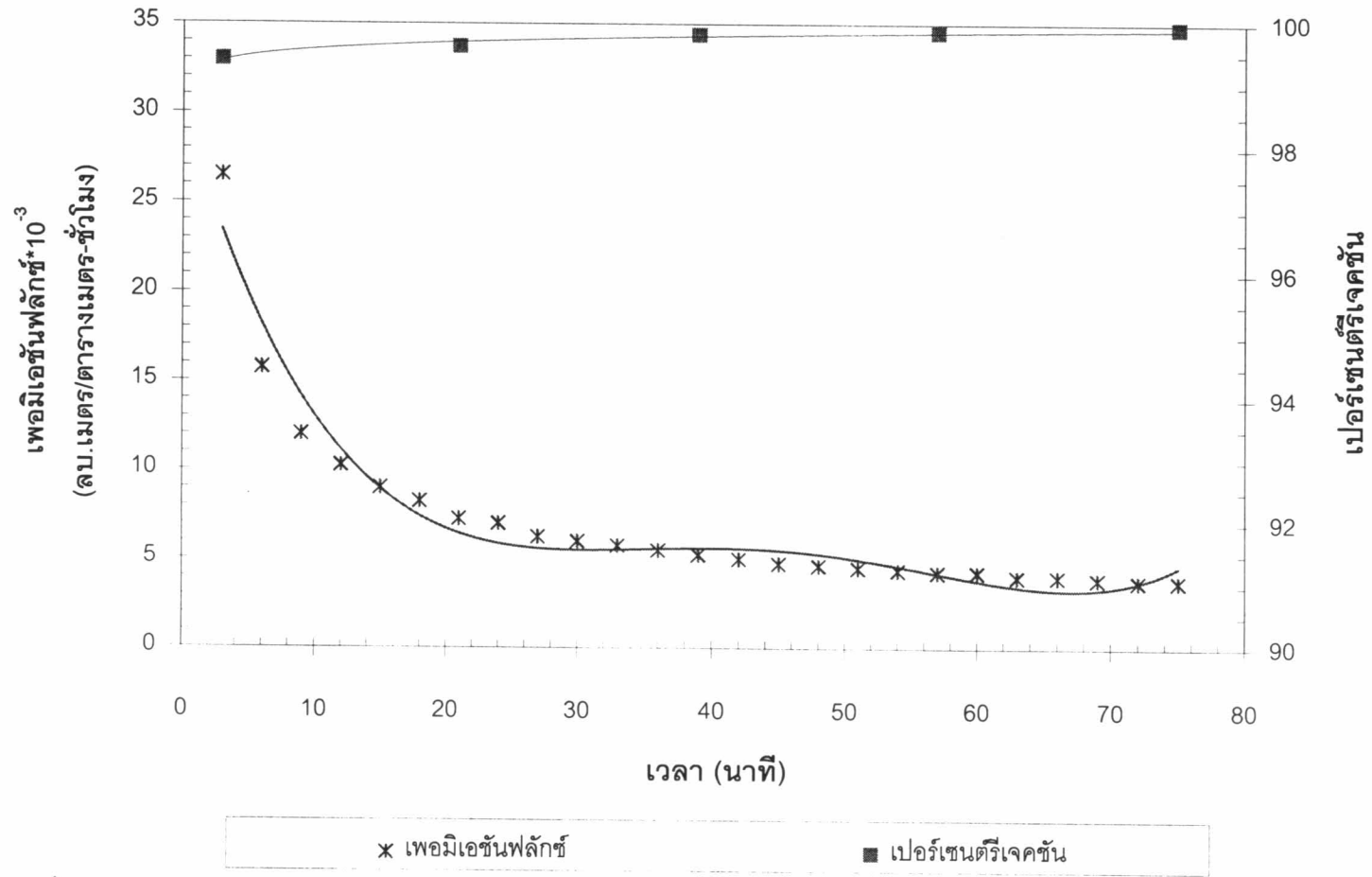
รูปที่ ค. 2 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 19.7 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



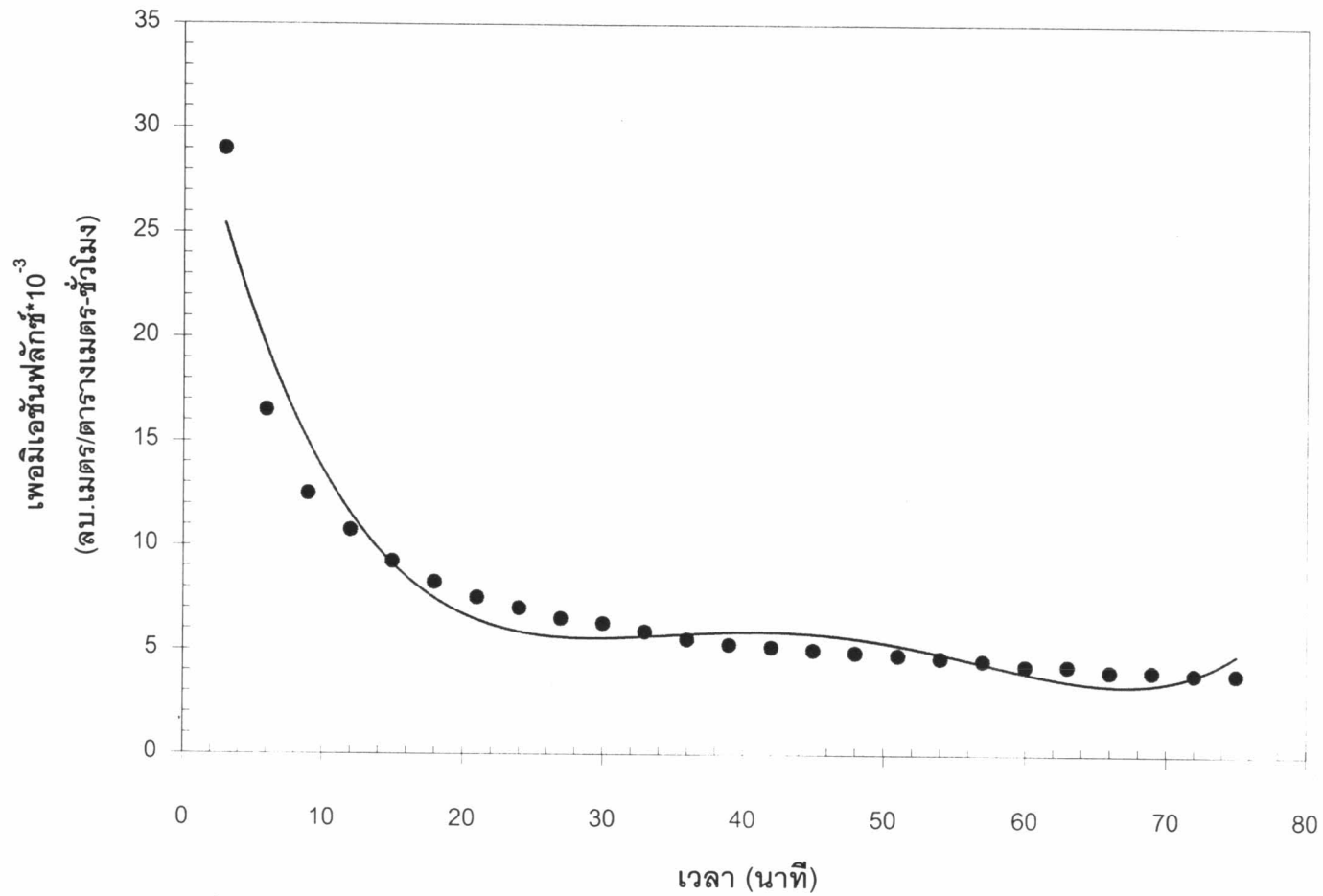
รูปที่ ค. 3 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์น้ำที่ดูดซับต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 29.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



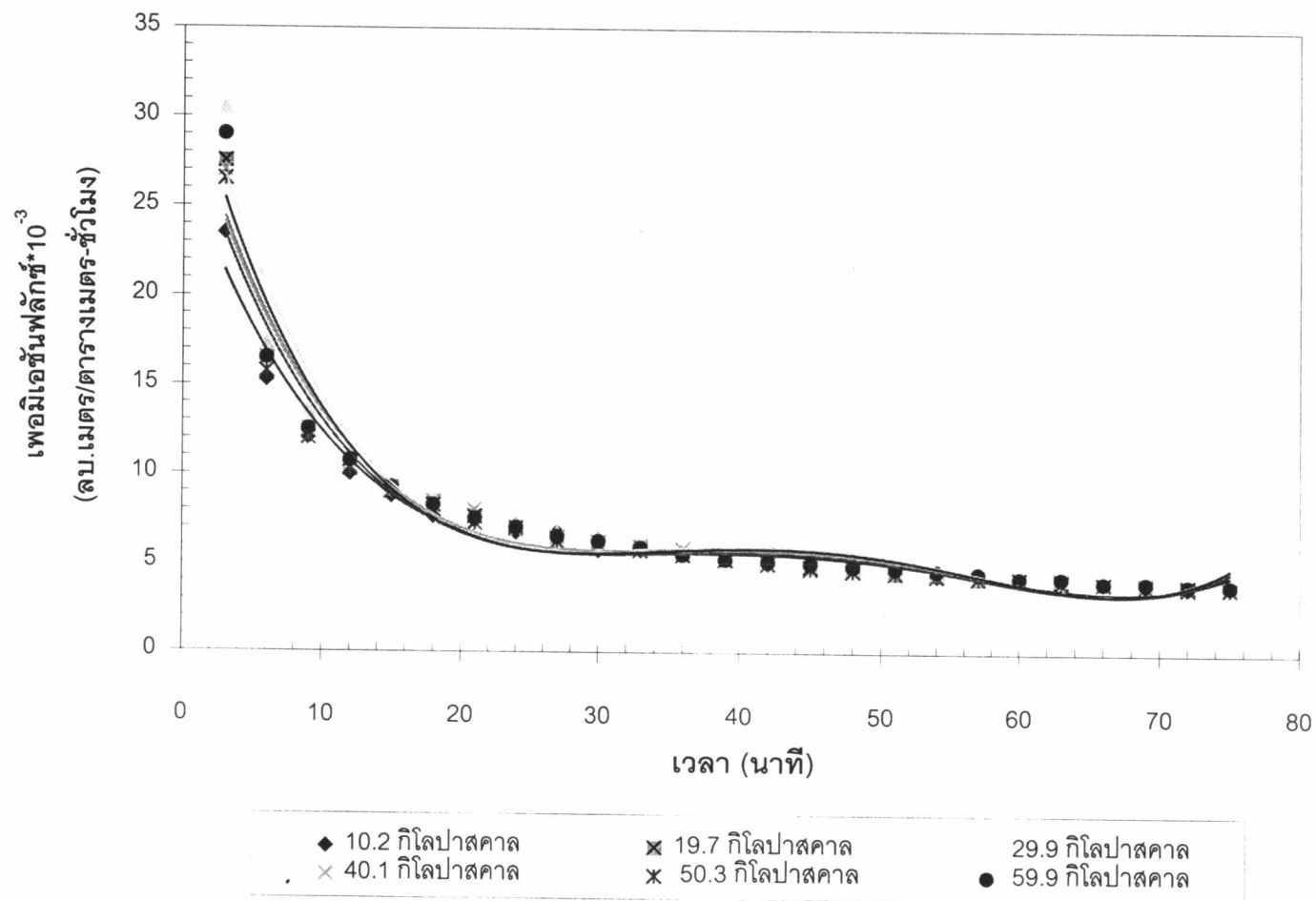
รูปที่ ค. 4 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 40.1 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



รูปที่ ค. 5 แสดงค่าเพอร์เมชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 50.3 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



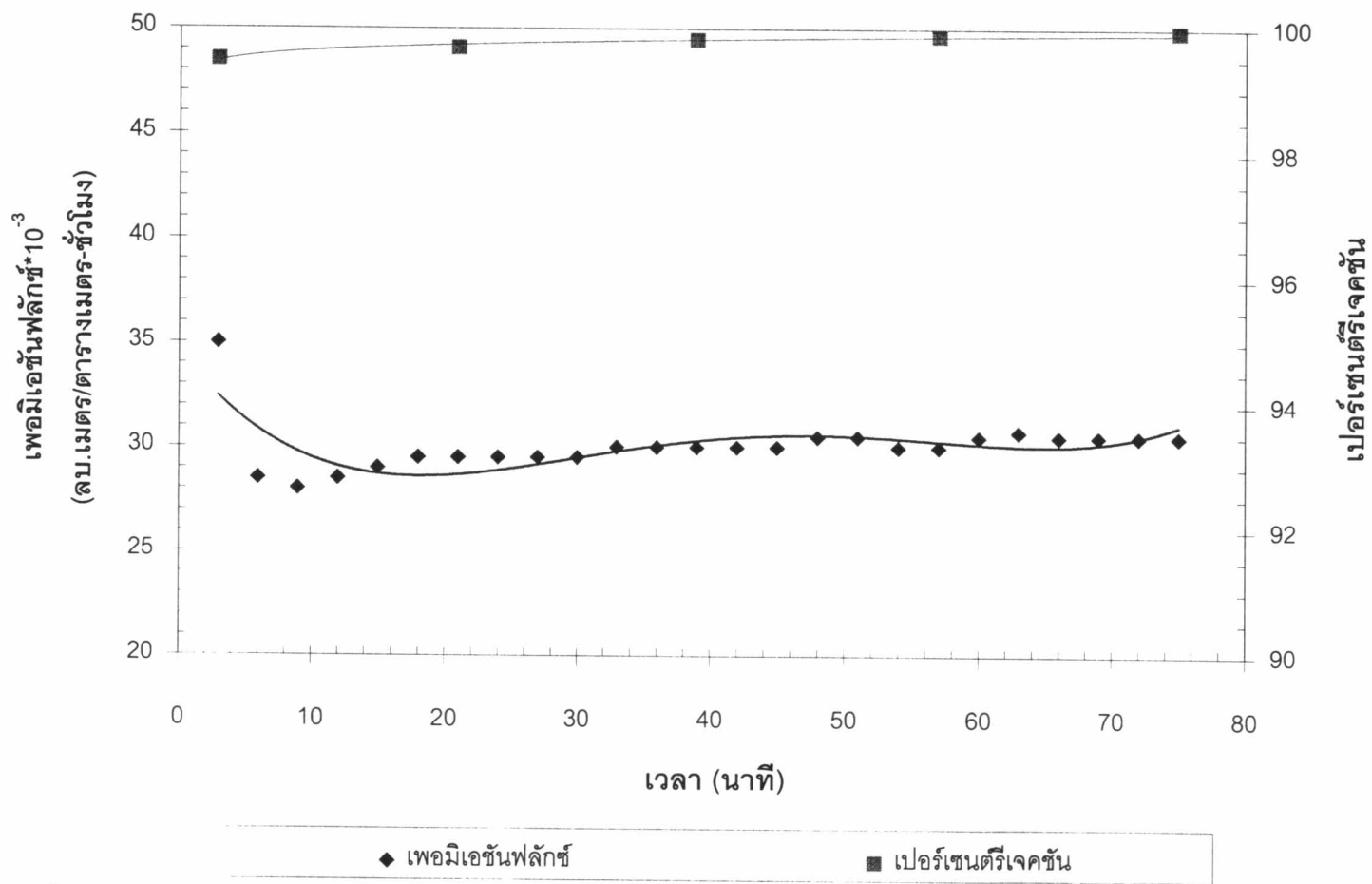
รูปที่ ค. 6 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 59.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



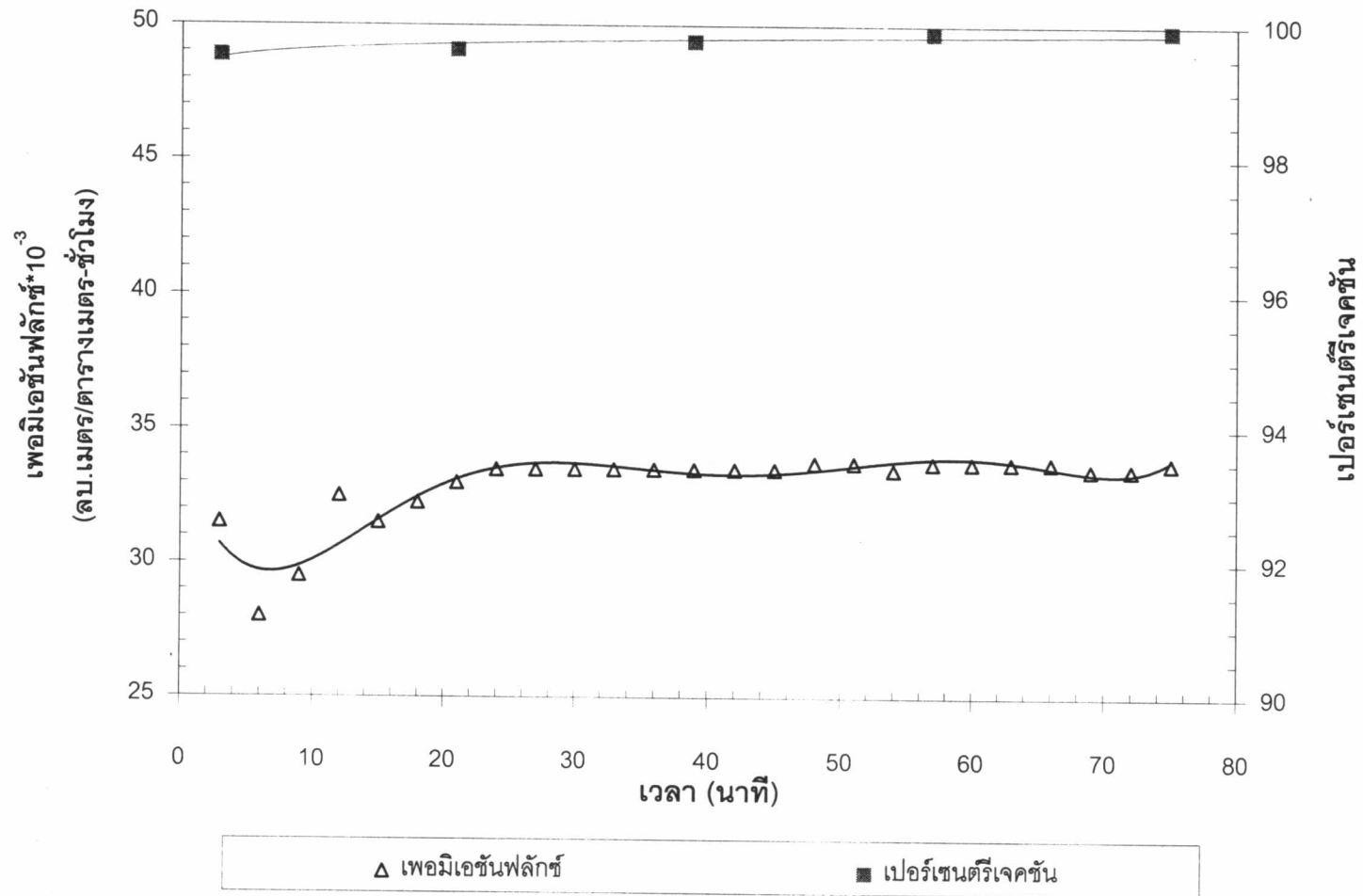
รูปที่ ค. 7 แสดงค่าพหุคูณเชิงพีชคณิตต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร
โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

ตาราง ค. 2 แสดงผลการทดลองที่ความเข้มข้น 7 กรัม/ลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบ/นาที ที่ความดันต่าง ๆ

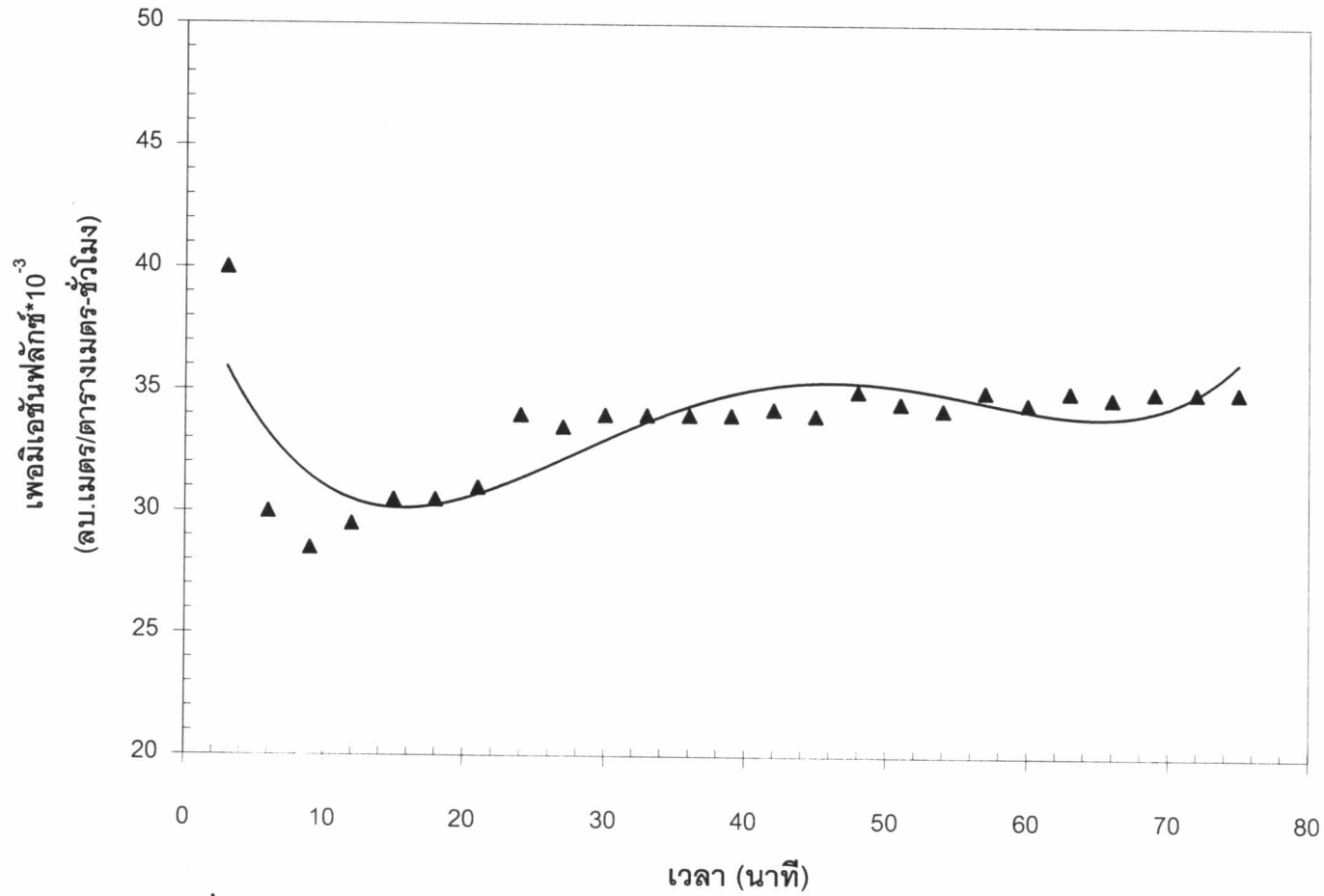
เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอท (ml/2min)						เพอมีเอชันฟลักซ์ *10 ³ (m ³ /m ² -hr)						เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น					
	0.102 บาร์	0.197 บาร์	0.299 บาร์	0.401 บาร์	0.503 บาร์	0.599 บาร์	10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล	10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
							เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น
3	70	63	80	78	62.5	63	35	31.5	40	39	31.25	31.5	99.49	99.54				
6	57	56	60	58	46	50	28.5	28	30	29	23	25						
9	56	59	57	55.5	44	45.5	28	29.5	28.5	27.75	22	22.75						
12	57	65	59	55	43.5	45.25	28.5	32.5	29.5	27.5	21.75	22.625						
15	58	63	61	55.5	43.5	47	29	31.5	30.5	27.75	21.75	23.5						
18	59	64.5	61	57.5	44	49.5	29.5	32.25	30.5	28.75	22	24.75						
21	59	66	62	60	45.5	52	29.5	33	31	30	22.75	26	99.69	99.63				
24	59	67	68	61.5	46	53	29.5	33.5	34	30.75	23	26.5						
27	59	67	67	62	47	54	29.5	33.5	33.5	31	23.5	27						
30	59	67	68	64	48.5	55	29.5	33.5	34	32	24.25	27.5						
33	60	67	68	65	49.5	56	30	33.5	34	32.5	24.75	28						
36	60	67	68	67	50.5	57	30	33.5	34	33.5	25.25	28.5						
39	60	67	68	74	51	57	30	33.5	34	37	25.5	28.5	99.82	99.75				
42	60	67	68.5	72	51.5	57.5	30	33.5	34.25	36	25.75	28.75						
45	60	67	68	72	52	58	30	33.5	34	36	26	29						
48	61	67.5	70	72	52.5	58	30.5	33.75	35	36	26.25	29						
51	61	67.5	69	72.5	52.75	58	30.5	33.75	34.5	36.25	26.38	29						
54	60	67	68.5	72.5	53	58.5	30	33.5	34.25	36.25	26.5	29.25						
57	60	67.5	70	73	53	59	30	33.75	35	36.5	26.5	29.5	99.88	99.88				
60	61	67.5	69	73	53.5	59	30.5	33.75	34.5	36.5	26.75	29.5						
63	61.5	67.5	70	74	54	59	30.75	33.75	35	37	27	29.5						
66	61	67.5	69.5	73	54.5	59.5	30.5	33.75	34.75	36.5	27.25	29.75						
69	61	67	70	74	54.25	59.75	30.5	33.5	35	37	27.13	29.88						
72	61	67	70	76	55	60	30.5	33.5	35	38	27.5	30						
75	61	67.5	70	73.5	55	60	30.5	33.75	35	36.75	27.5	30	99.95	99.92				



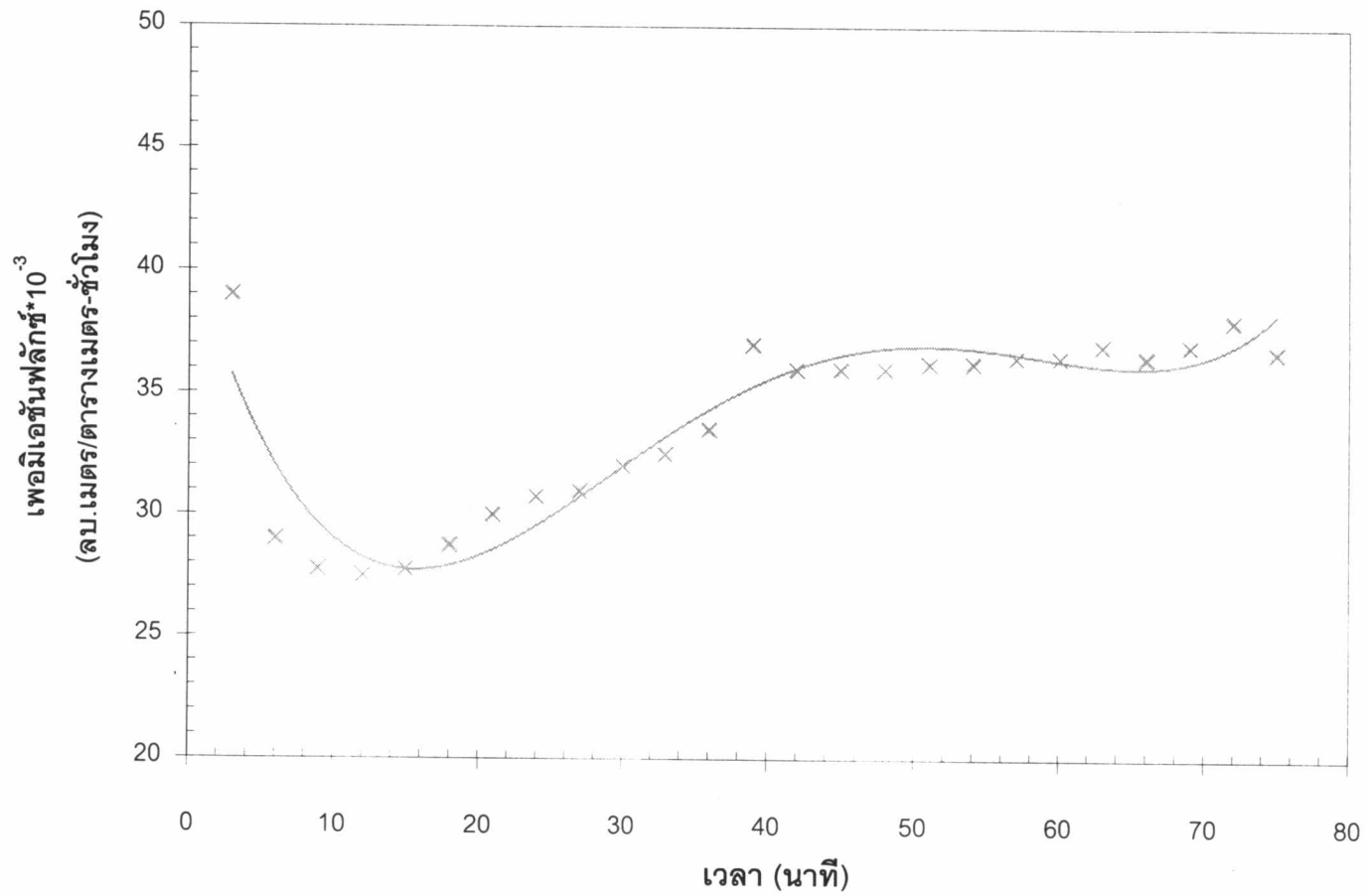
รูปที่ ค. 8 แสดงค่าเพอมีเอชันฟอสเฟตและเปอร์คลอเรตต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 10.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



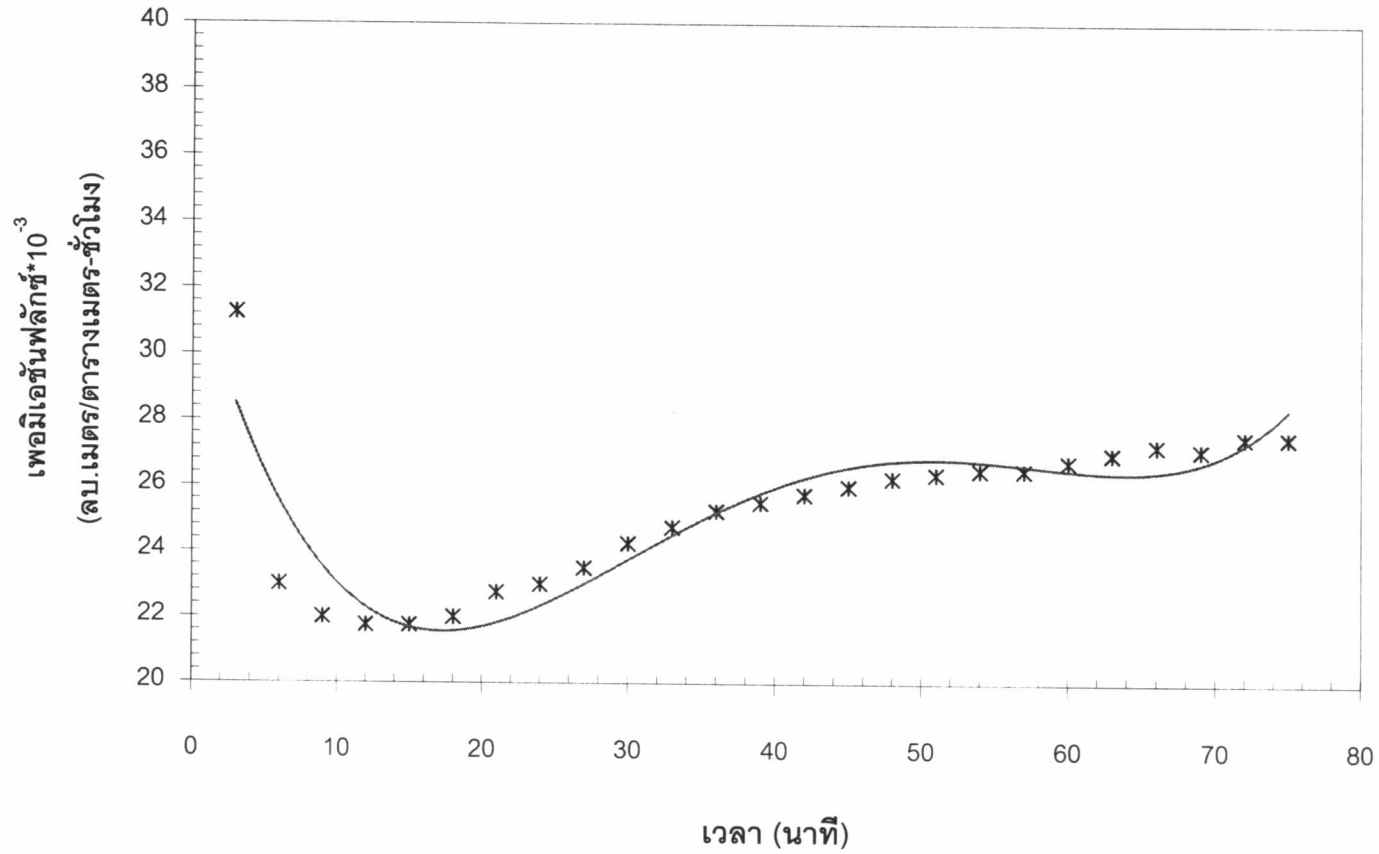
รูปที่ ค. 9 แสดงค่าเพอร์เมชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 19.7 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



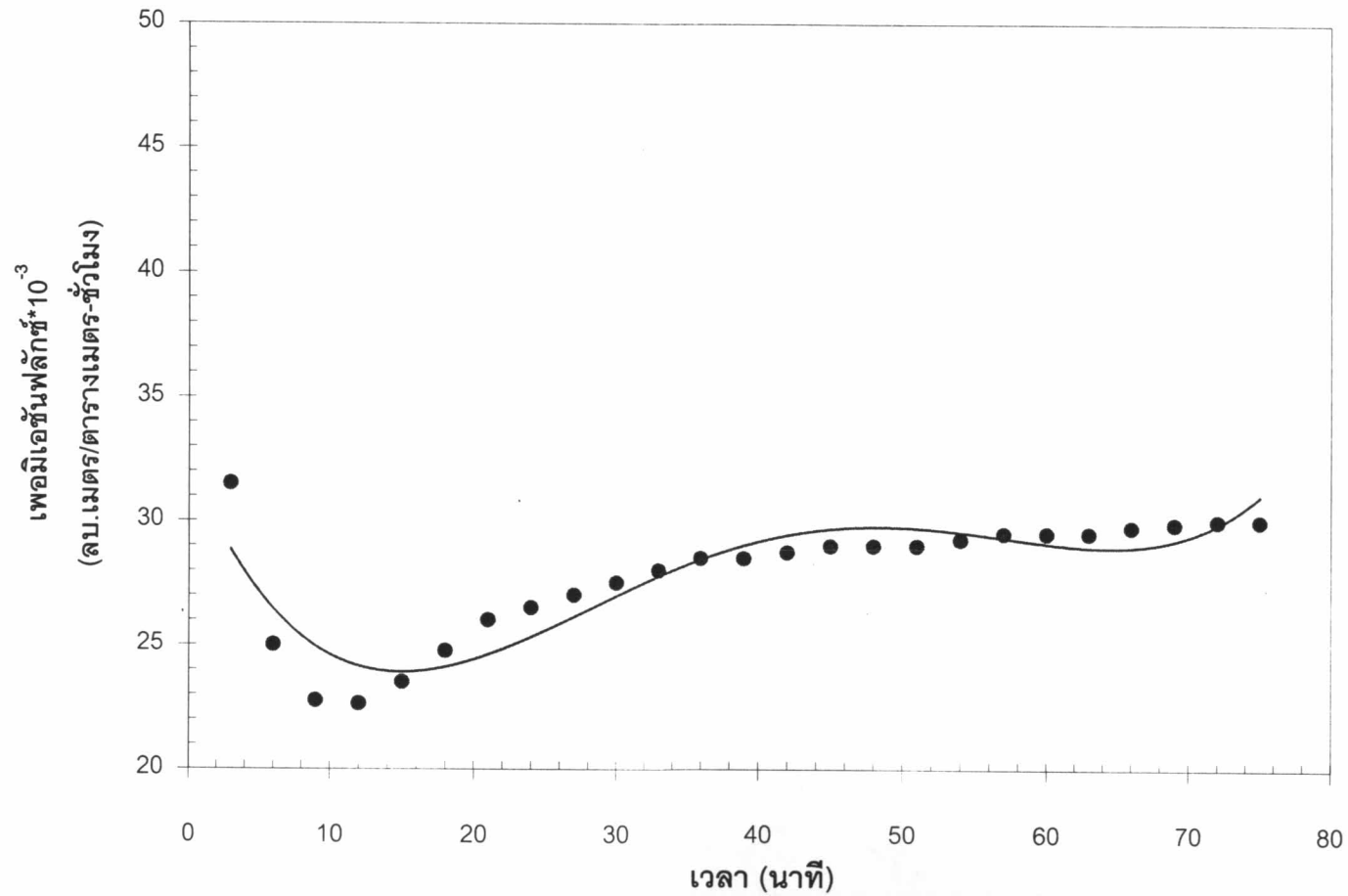
รูปที่ ค.10 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 29.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



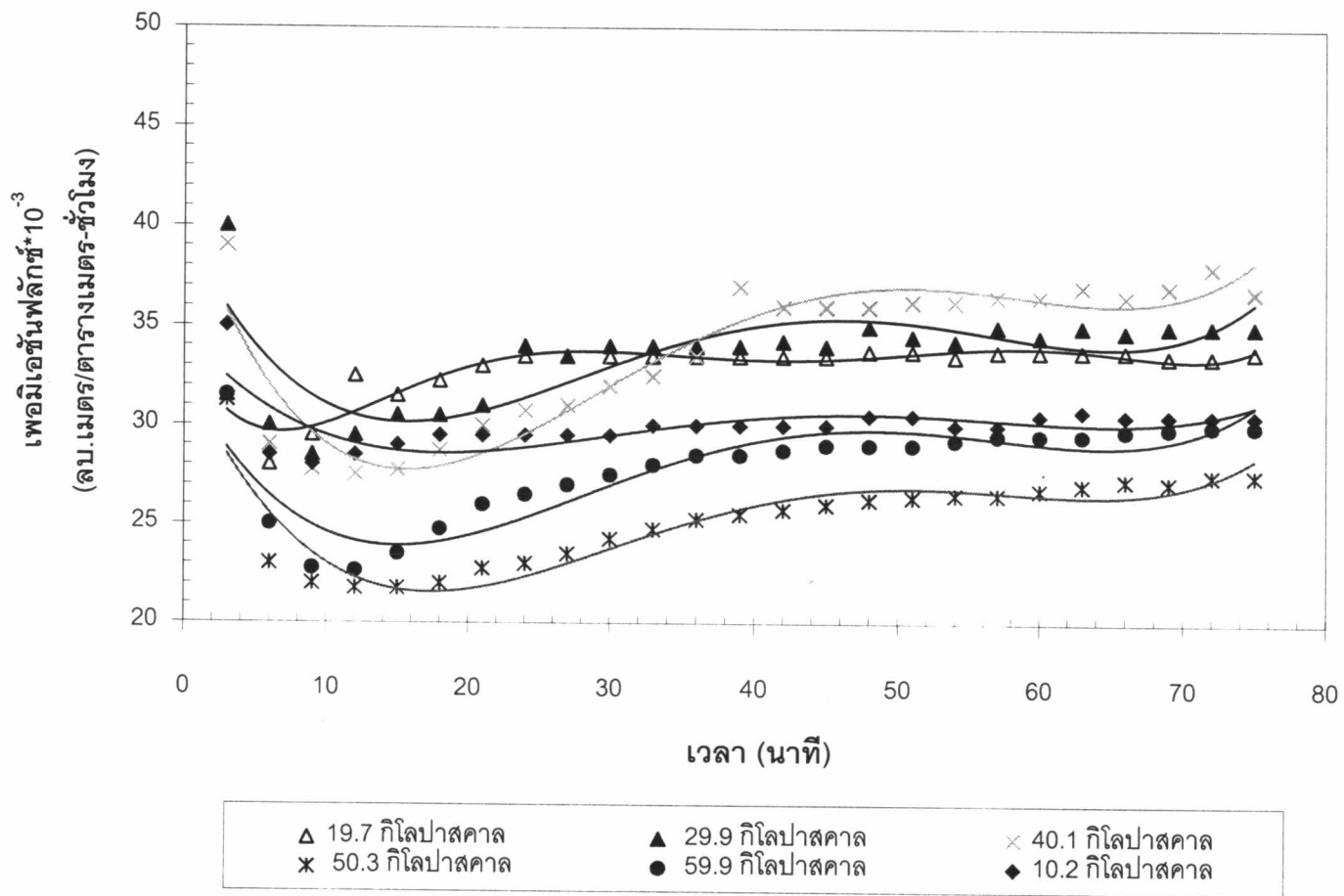
รูปที่ ค. 11 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 40.1 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



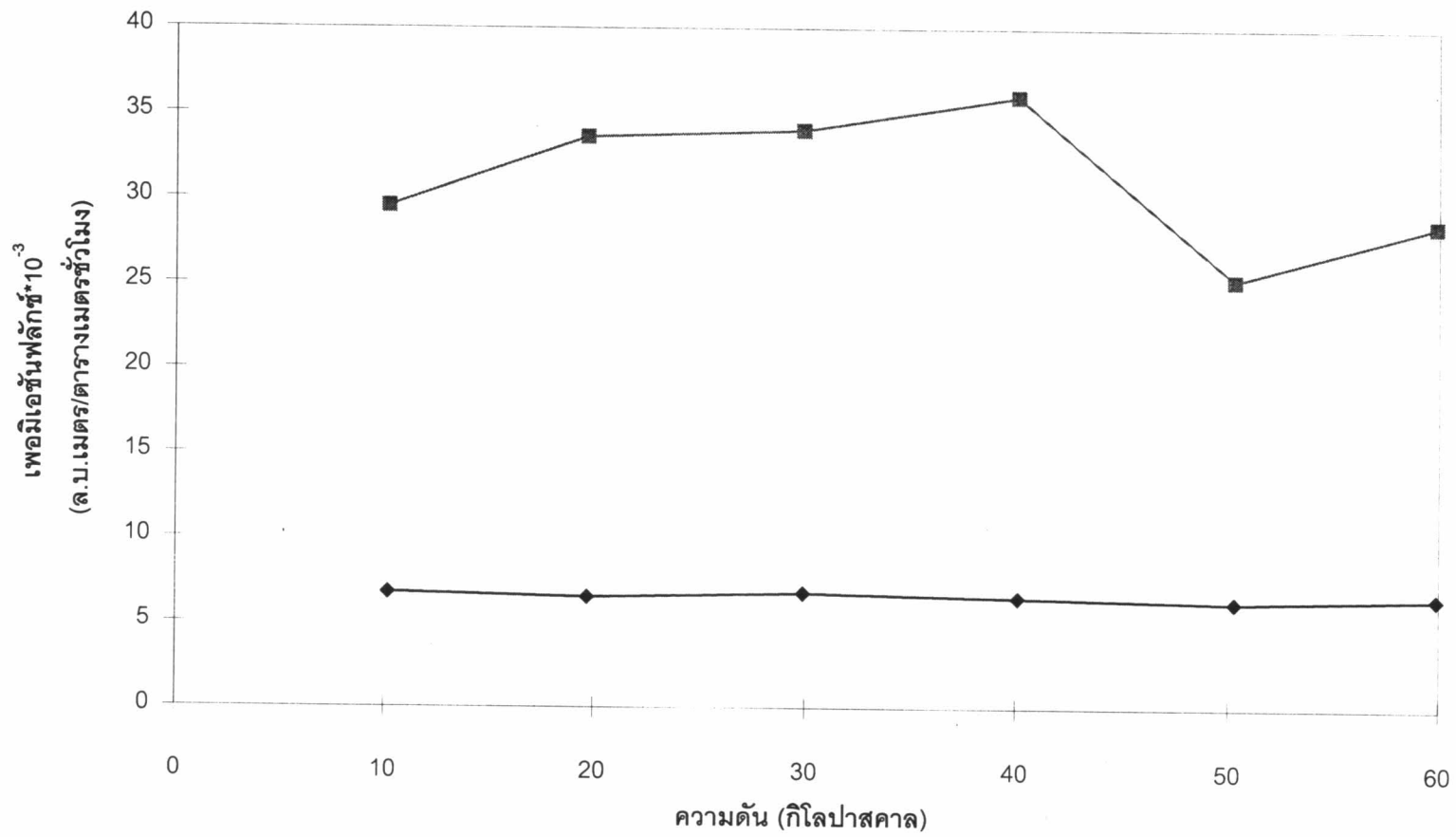
รูปที่ ค. 12 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 50.3 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหนุน 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ค. 13 แสดงค่าเพอมีเอชันพลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ความดัน 59.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหุ้ม 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ค. 14 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร
โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



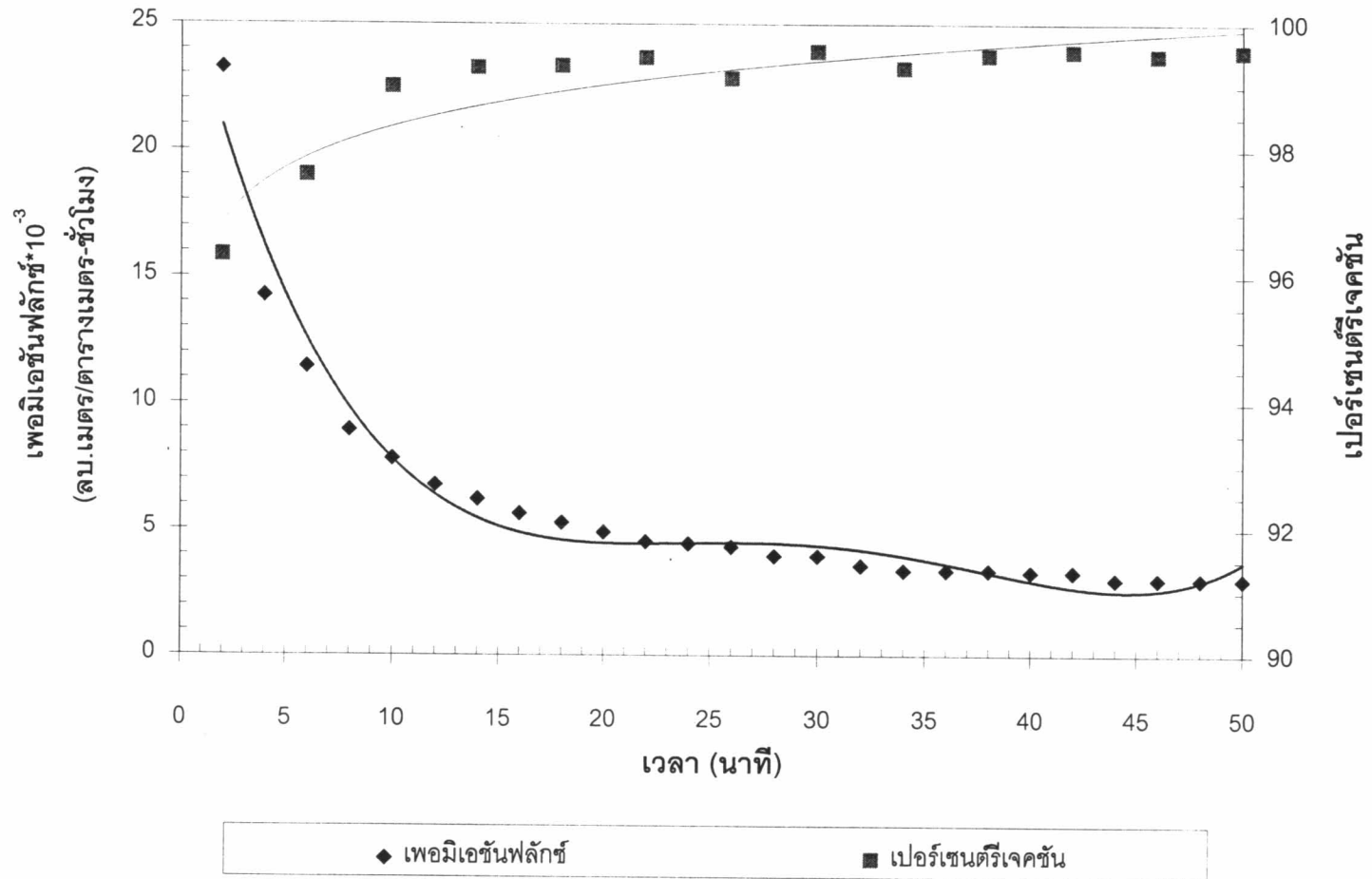
—◆— เพอมีเอชันฟลักซ์ ที่ 0 รอบ/นาที —■— เพอมีเอชันฟลักซ์ ที่ 500 รอบ/นาที

รูปที่ ค.15 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อความดัน ที่ความเข้มข้นเซลล์ 7 กรัมต่อลิตร

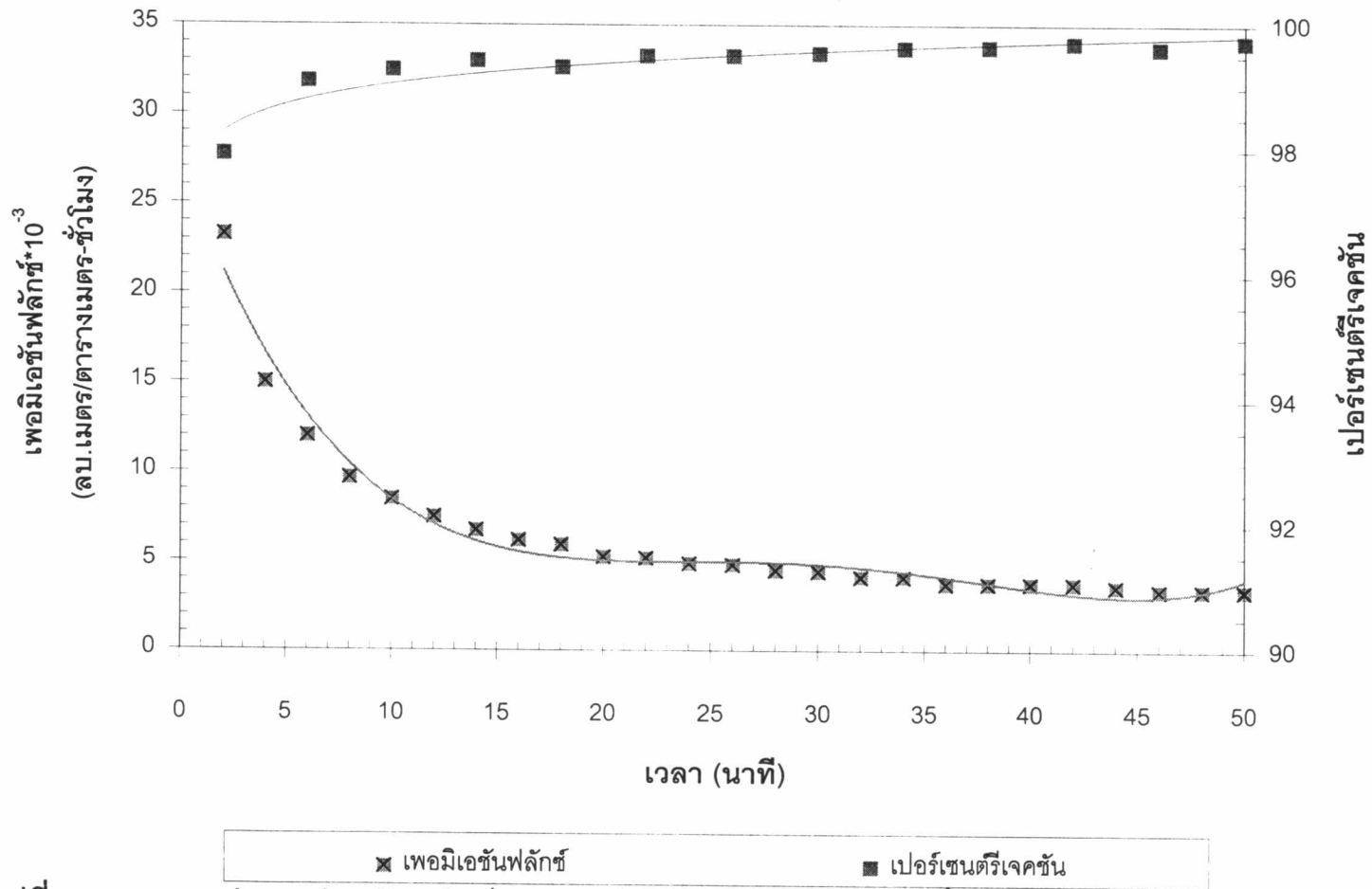
ตาราง ค. 3 แสดงผลการทดลองที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหุยคั้น ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอท (ml/2min)						เพอมีเอชัณฑ์ *10 ³ (m ³ /m ² -hr)					
	0.102 บาร์	0.197 บาร์	0.299 บาร์	0.401 บาร์	0.503 บาร์	0.599 บาร์	10.2 กิโลปาสคาล	19.7 กิโลปาสคาล	29.9 กิโลปาสคาล	40.1 กิโลปาสคาล	50.3 กิโลปาสคาล	59.9 กิโลปาสคาล
							เพอมีเอชัณฑ์	เพอมีเอชัณฑ์	เพอมีเอชัณฑ์	เพอมีเอชัณฑ์	เพอมีเอชัณฑ์	เพอมีเอชัณฑ์
2	31	31	45	44	33.5	38	23.25	23.25	33.75	33	25.13	28.5
4	19	20	24.5	27.5	21.8	24	14.25	15	18.38	20.63	16.35	18
6	15.25	16	17.9	20.5	17	18	11.44	12	13.43	15.38	12.75	13.5
8	11.9	12.9	14.5	16.5	13.4	14.5	8.93	9.68	10.88	12.38	10.05	10.88
10	10.4	11.3	12.5	14.25	11.75	12	7.8	8.48	9.38	10.69	8.81	9
12	9	10	11	12.5	10	10.5	6.75	7.5	8.25	9.38	7.5	7.88
14	8.25	9	10	11	9.3	9.6	6.19	6.75	7.5	8.25	6.98	7.2
16	7.5	8.25	9	10.25	8.25	8.9	5.63	6.19	6.75	7.69	6.19	6.68
18	7	7.9	8.5	9.25	7.8	8.4	5.25	5.93	6.38	6.94	5.85	6.3
20	6.5	7	7.9	8.5	7.25	7.6	4.88	5.25	5.93	6.38	5.44	5.7
22	6	6.9	7.3	7.75	7	7.5	4.5	5.18	5.48	5.81	5.25	5.63
24	5.9	6.5	6.9	7.5	6.5	7	4.43	4.88	5.18	5.63	4.88	5.25
26	5.75	6.4	6.5	7	6.5	7	4.31	4.8	4.88	5.25	4.88	5.25
28	5.25	6	6.3	6.75	6	6.5	3.94	4.5	4.73	5.06	4.5	4.88
30	5.25	5.9	6.1	6.4	6	6.4	3.94	4.43	4.58	4.8	4.5	4.8
32	4.75	5.5	5.9	6	5.75	6	3.56	4.13	4.43	4.5	4.31	4.5
34	4.5	5.5	5.9	5.9	5.5	6	3.38	4.13	4.43	4.43	4.13	4.5
36	4.5	5	5.5	5.75	5.3	5.6	3.38	3.75	4.13	4.31	3.98	4.2
38	4.5	5	5.5	5.5	5.25	5.6	3.38	3.75	4.13	4.13	3.94	4.2
40	4.4	5	5.25	5.4	5	5.5	3.3	3.75	3.94	4.05	3.75	4.13
42	4.4	5	5.25	5.25	5	5.4	3.3	3.75	3.94	3.94	3.75	4.05
44	4	4.8	5	5	5	5	3	3.6	3.75	3.75	3.75	3.75
46	4	4.5	5	5	5	5	3	3.38	3.75	3.75	3.75	3.75
48	4	4.5	4.9	5	4.7	5	3	3.38	3.68	3.75	3.53	3.75
50	4	4.5	4.9	4.6	4.7	4.9	3	3.38	3.68	3.45	3.53	3.68

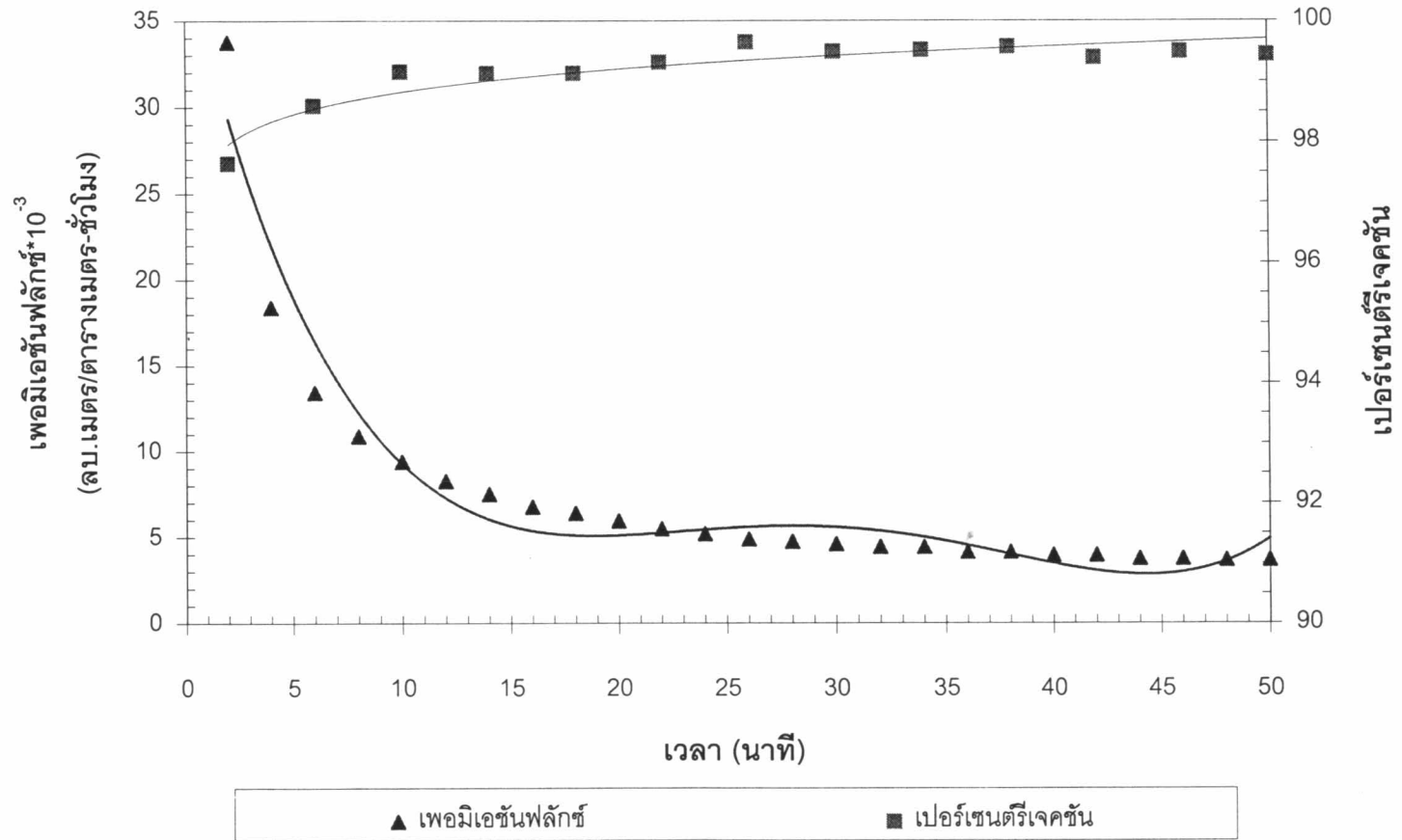
เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น					
10.2 กิโลปาสคาล	19.7 กิโลปาสคาล	29.9 กิโลปาสคาล	40.1 กิโลปาสคาล	50.3 กิโลปาสคาล	59.9 กิโลปาสคาล
เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น	เปอร์เซ็นต์รีเจคชั่น
96.33	97.92	97.64	98.79	99.34	99.49
97.60	99.08	98.59	99.09	99.66	99.59
99.00	99.27	99.15	99.67	99.83	99.77
99.30	99.42	99.13	99.77	99.85	99.81
99.33	99.31	99.13	99.81	99.84	99.73
99.47	99.50	99.31	99.78	99.90	99.80
99.13	99.50	99.64	99.84	99.89	99.88
99.57	99.54	99.49	99.80	99.86	99.82
99.30	99.63	99.51	99.83	99.85	99.90
99.50	99.65	99.56	99.80	99.88	99.92
99.57	99.71	99.38	99.81	99.88	99.91
99.50	99.63	99.49	99.85	99.86	99.85
99.57	99.73	99.44	99.80	99.83	99.92



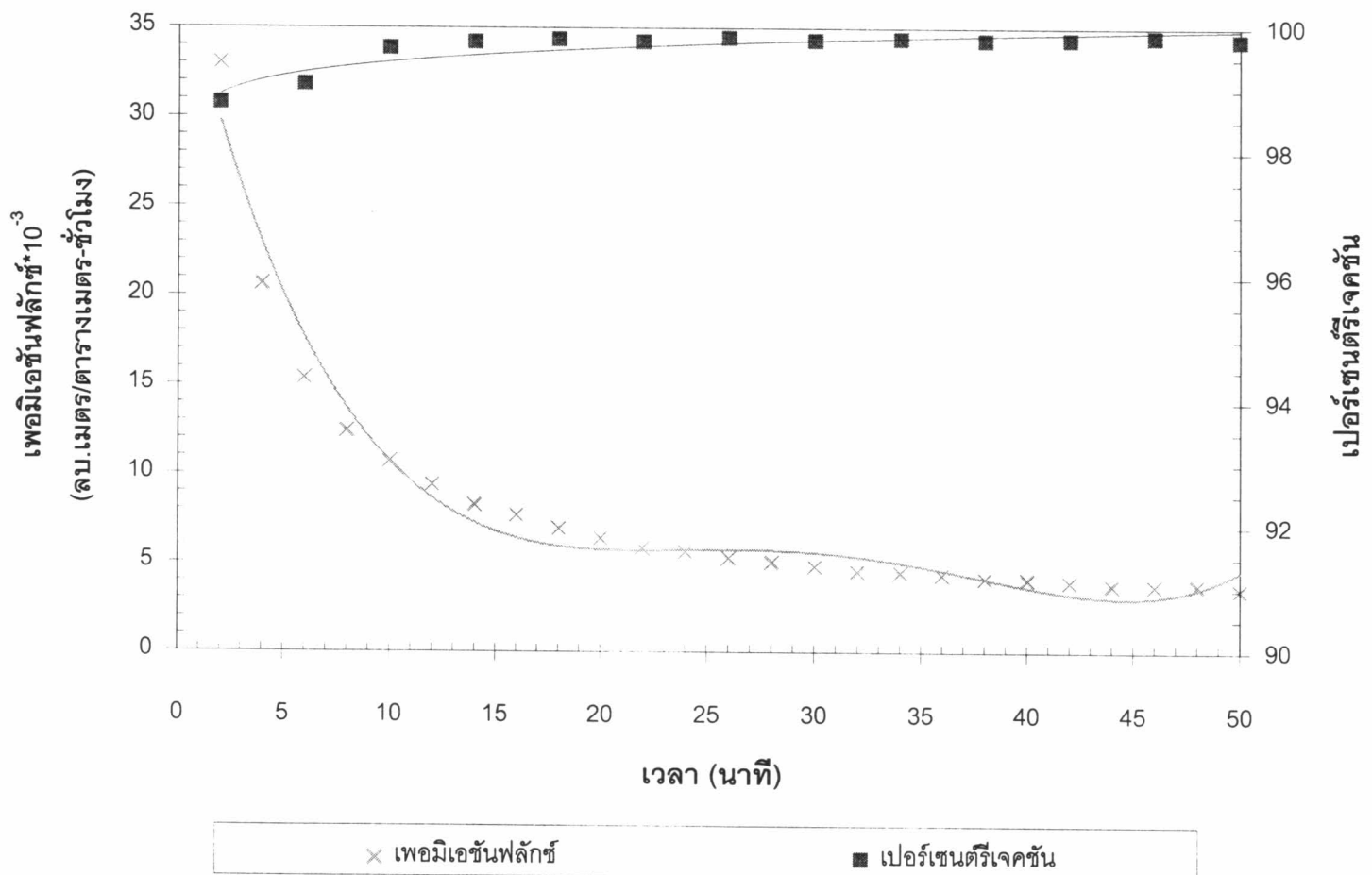
รูปที่ ค. 16 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 10.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



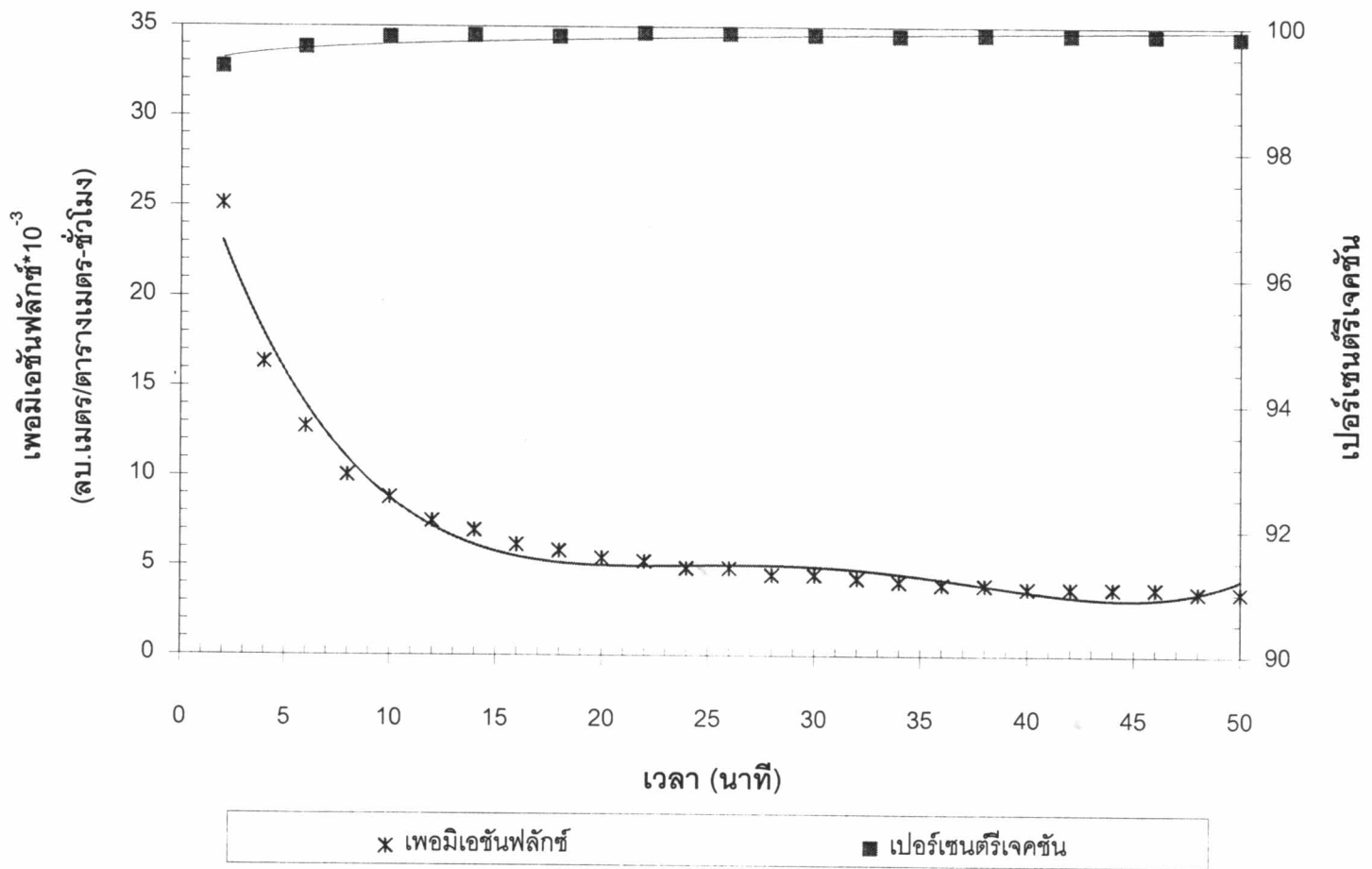
รูปที่ ค. 17 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 19.7 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



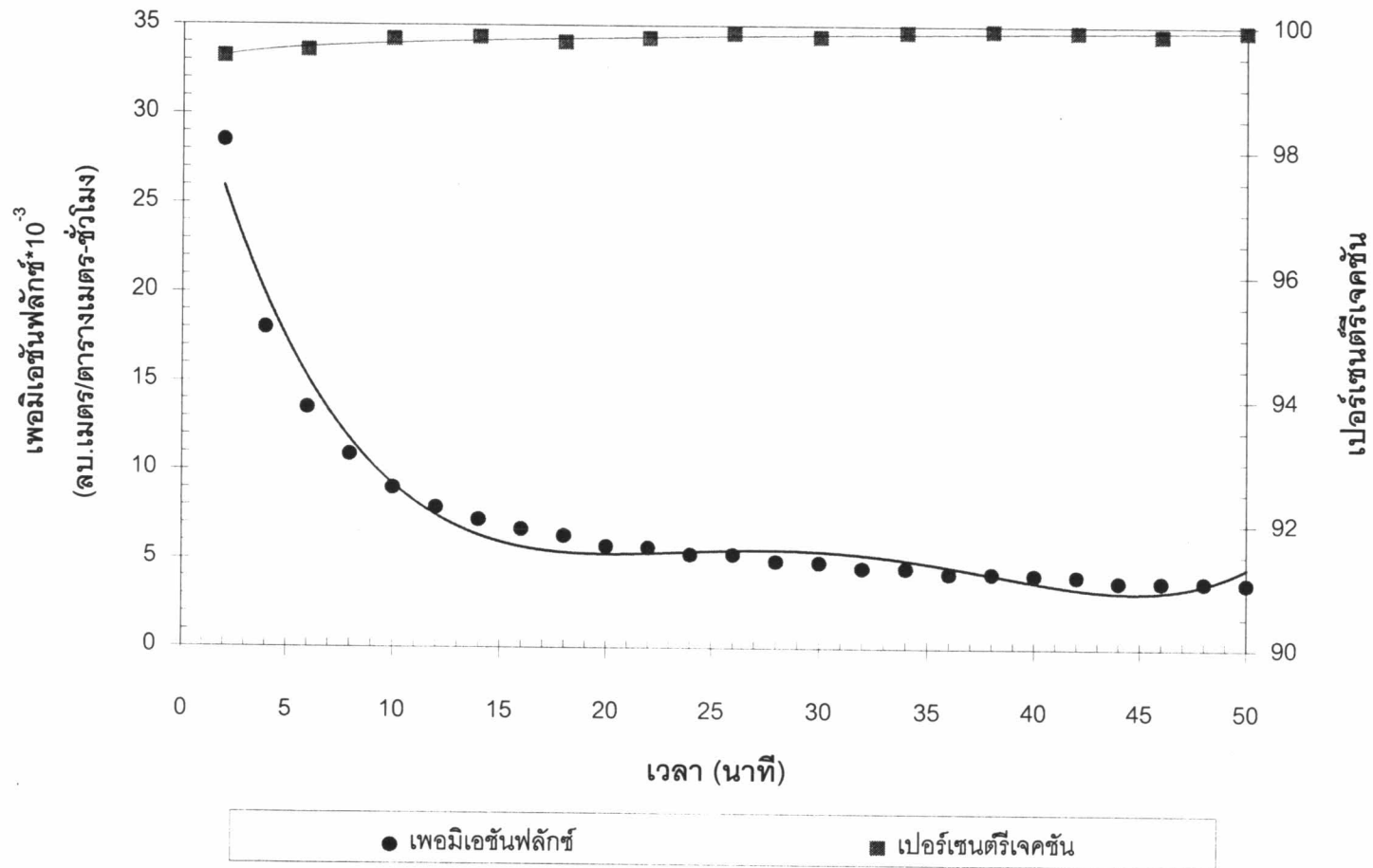
รูปที่ ค. 18 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 29.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



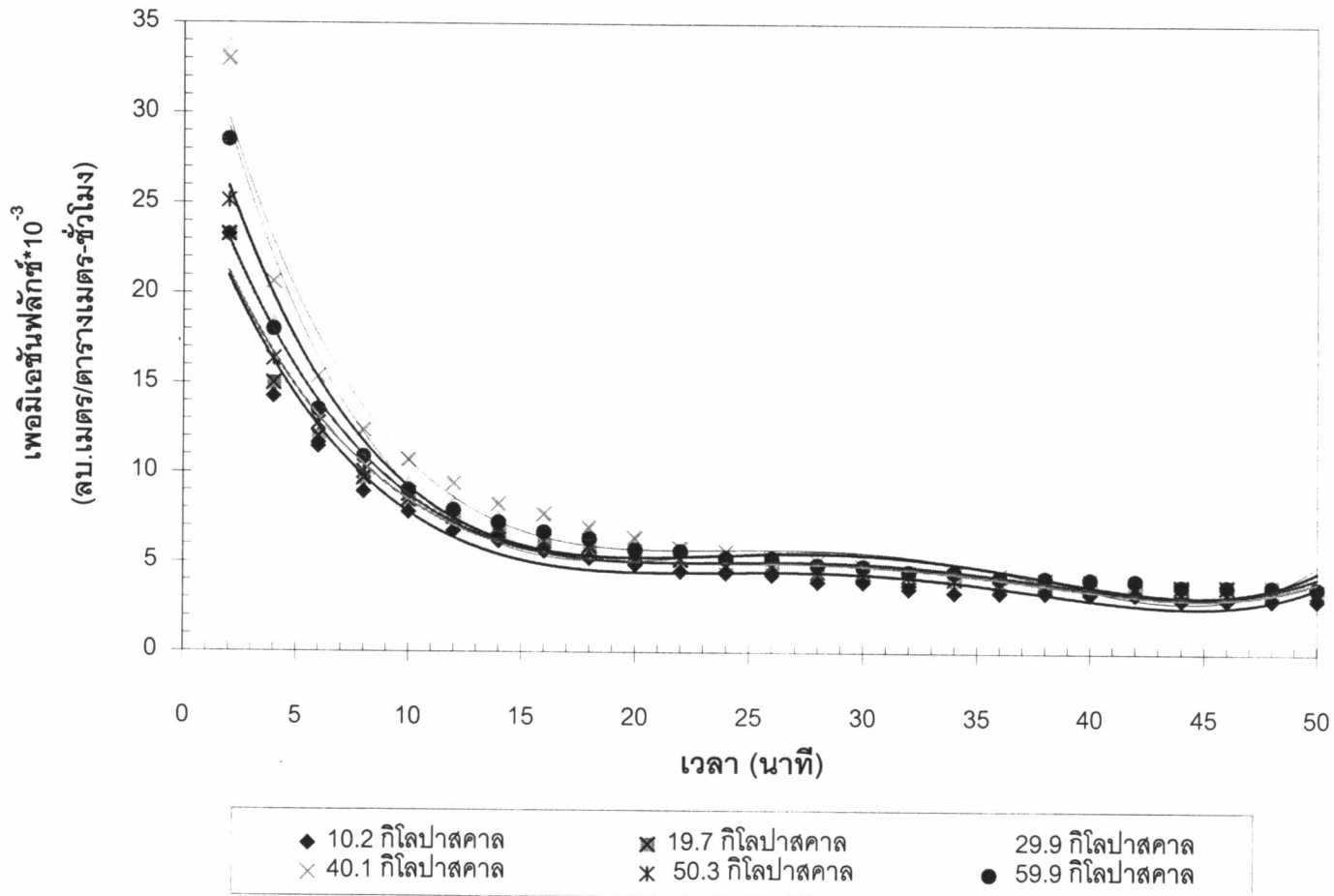
รูปที่ ค. 19 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 40.1 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



รูปที่ ค. 20 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์น้ำที่ดูดเข้าต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 50.3 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



รูปที่ ค.21 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 59.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

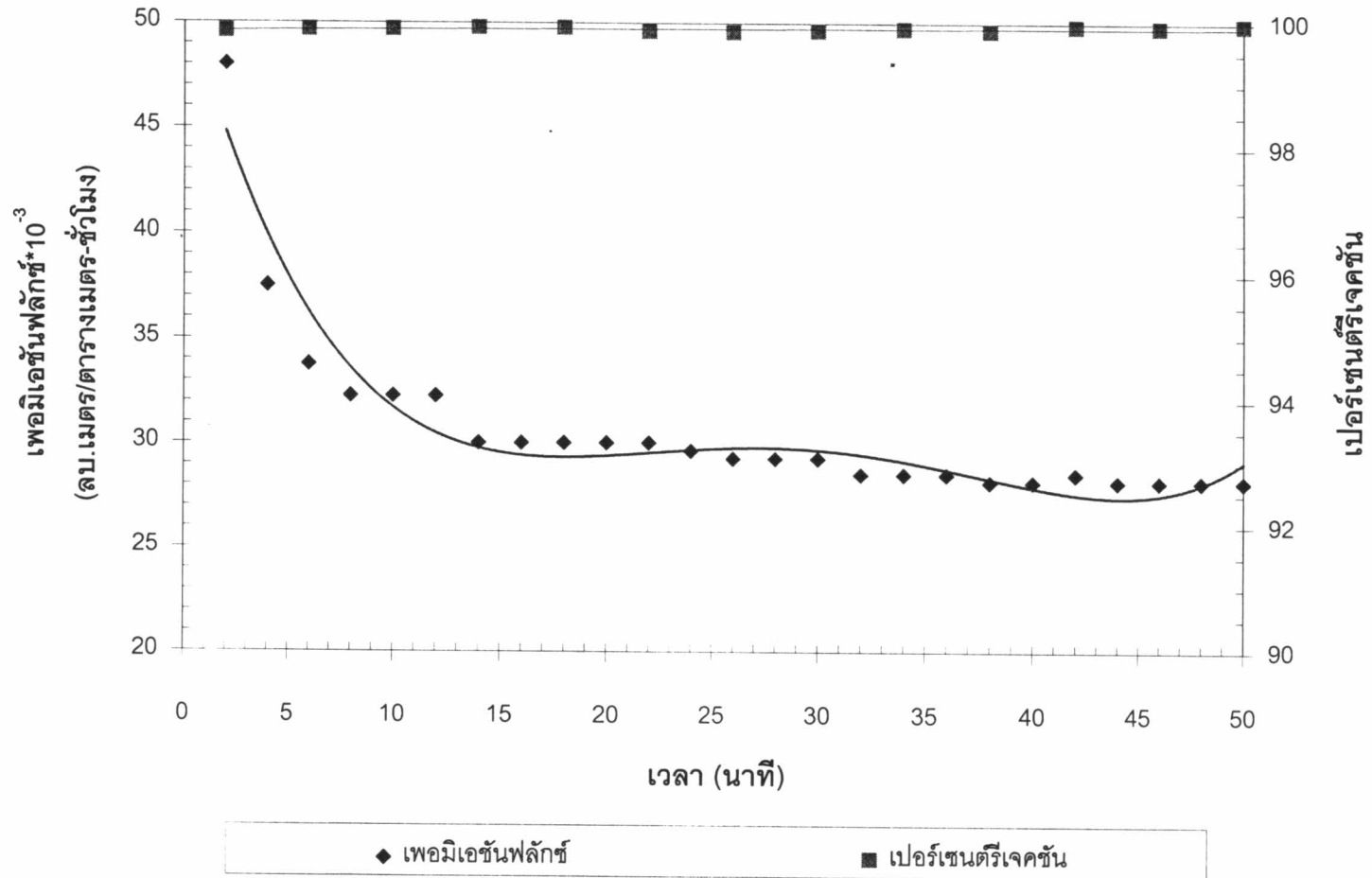


รูปที่ ค. 22 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

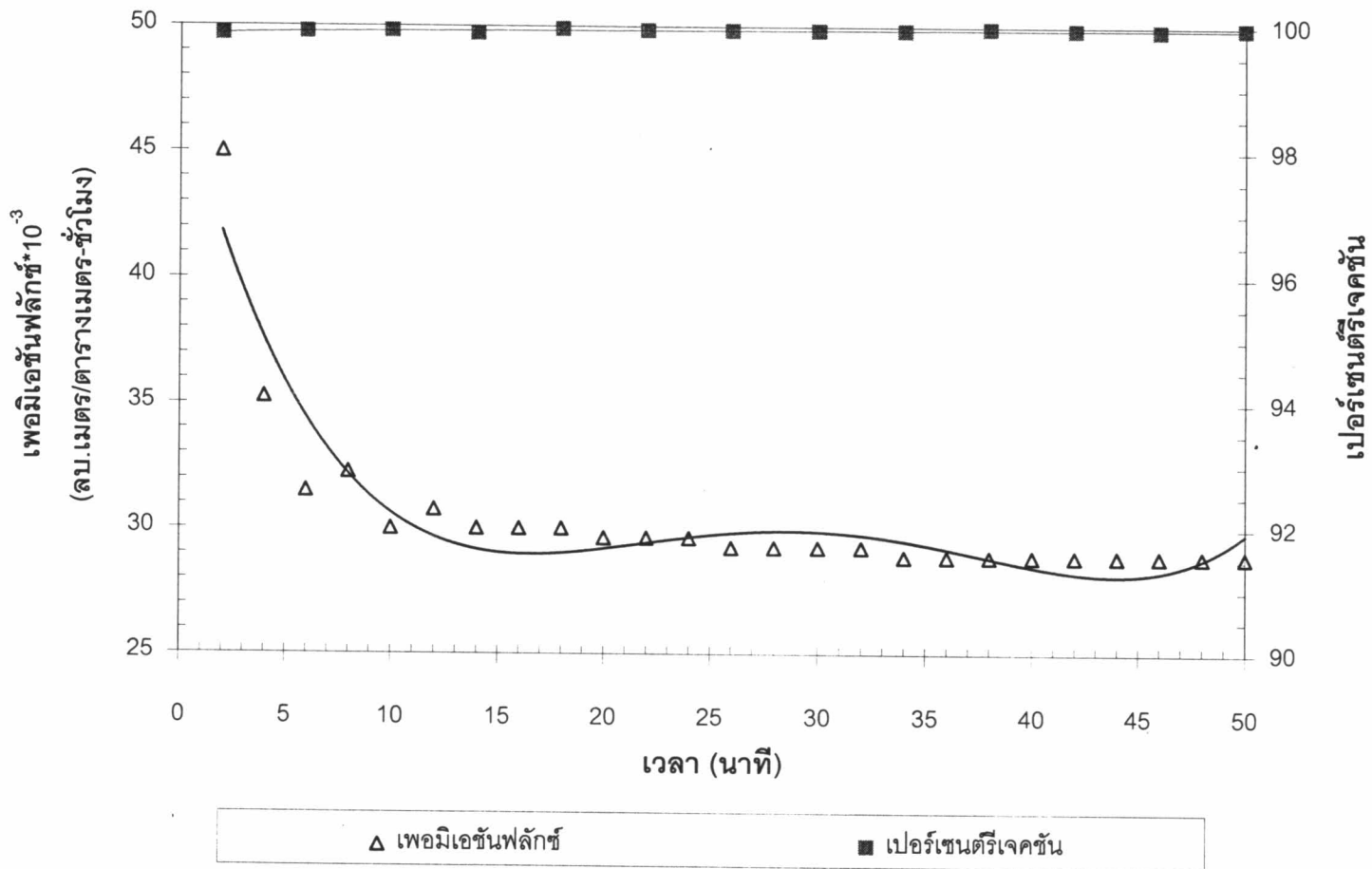
ตาราง ค. 4 แสดงผลการทดลองที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบ/นาที ที่ความดันต่าง ๆ

เวลา (นาที)	ml of permeate per 2 min						permeation flux *10 ³ (m ³ /m ² -hr)					
	0.102 บาร์	0.197 บาร์	0.299 บาร์	0.401 บาร์	0.503 บาร์	0.599 บาร์	10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
							เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์
2	64	60	82	77	54	90	48	45	61.5	57.75	40.5	67.5
4	50	47	68	65	41	73	37.5	35.25	51	48.75	30.75	54.75
6	45	42	60	62	42	66	33.75	31.5	45	46.5	31.5	49.5
8	43	43	57	59.5	42.5	62	32.25	32.25	42.75	44.625	31.875	46.5
10	43	40	54	58.5	43	58	32.25	30	40.5	43.875	32.25	43.5
12	43	41	53	58	43	57	32.25	30.75	39.75	43.5	32.25	42.75
14	40	40	52	57	43	55	30	30	39	42.75	32.25	41.25
16	40	40	51	56	43	54	30	30	38.25	42	32.25	40.5
18	40	40	50.5	54	43.5	54	30	30	37.875	40.5	32.625	40.5
20	40	39.5	50	54	43.5	53	30	29.625	37.5	40.5	32.625	39.75
22	40	39.5	48	52	43.5	53	30	29.625	36	39	32.625	39.75
24	39.5	39.5	47	51	44	52	29.625	29.625	35.25	38.25	33	39
26	39	39	46	51	44	51	29.25	29.25	34.5	38.25	33	38.25
28	39	39	45.5	51	44.5	51	29.25	29.25	34.125	38.25	33.375	38.25
30	39	39	45	50.5	44	51	29.25	29.25	33.75	37.875	33	38.25
32	38	39	45	50	44.5	50	28.5	29.25	33.75	37.5	33.375	37.5
34	38	38.5	45	49	44.5	50	28.5	28.875	33.75	36.75	33.375	37.5
36	38	38.5	45	48	45	51	28.5	28.875	33.75	36	33.75	38.25
38	37.5	38.5	45	48	45	51	28.125	28.875	33.75	36	33.75	38.25
40	37.5	38.5	45	47.5	45	51	28.125	28.875	33.75	35.625	33.75	38.25
42	38	38.5	44.5	47.5	45	51	28.5	28.875	33.375	35.625	33.75	38.25
44	37.5	38.5	45	47	45	50	28.125	28.875	33.75	35.25	33.75	37.5
46	37.5	38.5	45	48	45	51	28.125	28.875	33.75	36	33.75	38.25
48	37.5	38.5	45	48	45.5	51	28.125	28.875	33.75	36	34.125	38.25
50	37.5	38.5	46	48	45.5	51	28.125	28.875	34.5	36	34.125	38.25

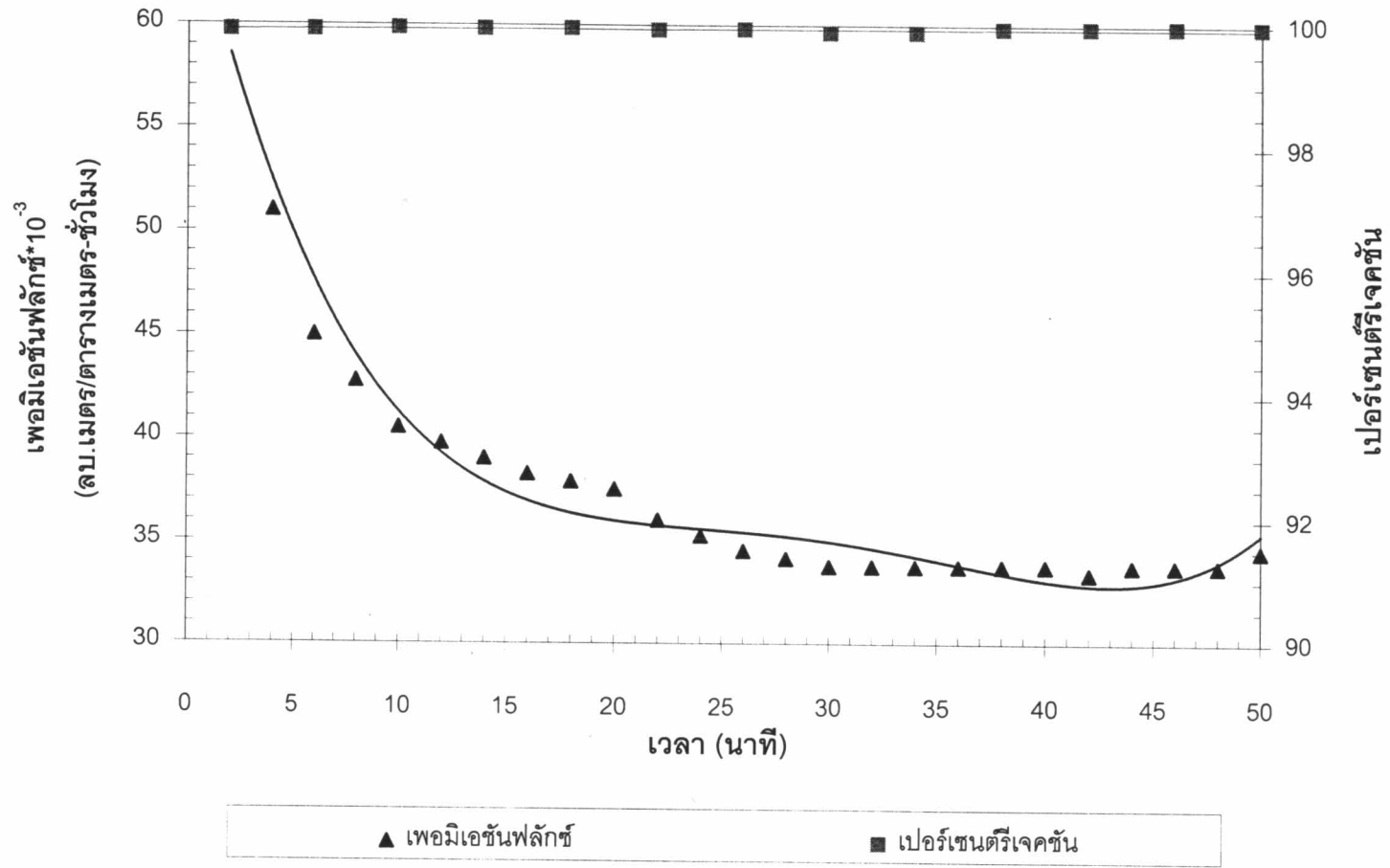
%rejection					
10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน
99.86	99.87	99.91	98.79	99.34	74.84
99.89	99.90	99.91	99.09	99.66	79.68
99.90	99.92	99.94	99.67	99.83	85.16
99.92	99.88	99.94	99.77	99.85	85.48
99.92	99.96	99.94	99.81	99.84	89.03
99.87	99.94	99.92	99.78	99.90	92.90
99.86	99.94	99.94	99.84	99.89	92.26
99.88	99.94	99.88	99.80	99.86	93.55
99.91	99.94	99.89	99.83	99.85	93.23
99.88	99.97	99.95	99.80	99.88	92.90
99.95	99.95	99.96	99.81	99.88	93.87
99.93	99.94	99.96	99.85	99.86	95.81
99.97	99.97	99.96	99.80	99.83	95.48



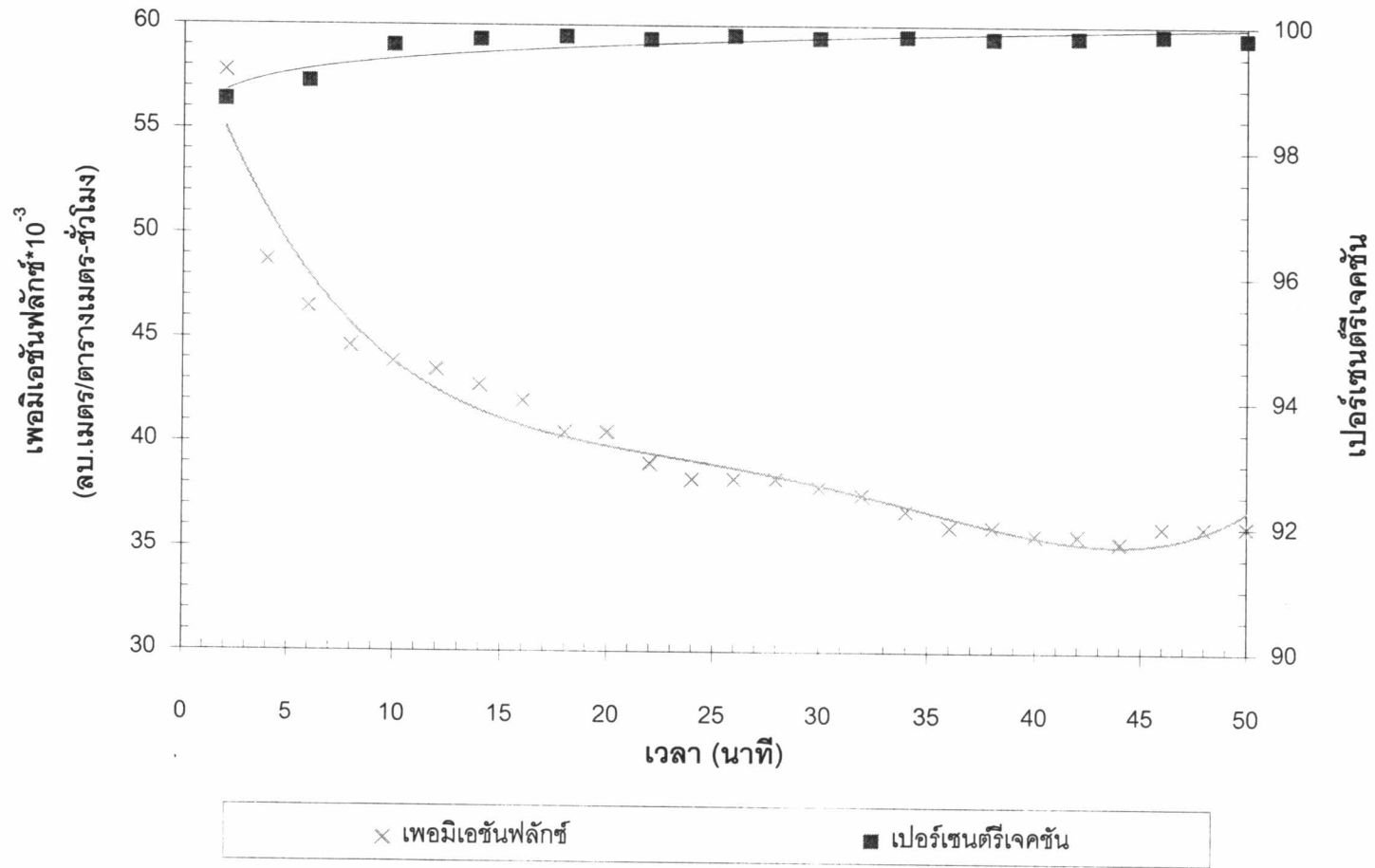
รูปที่ ค. 23 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 10.2 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



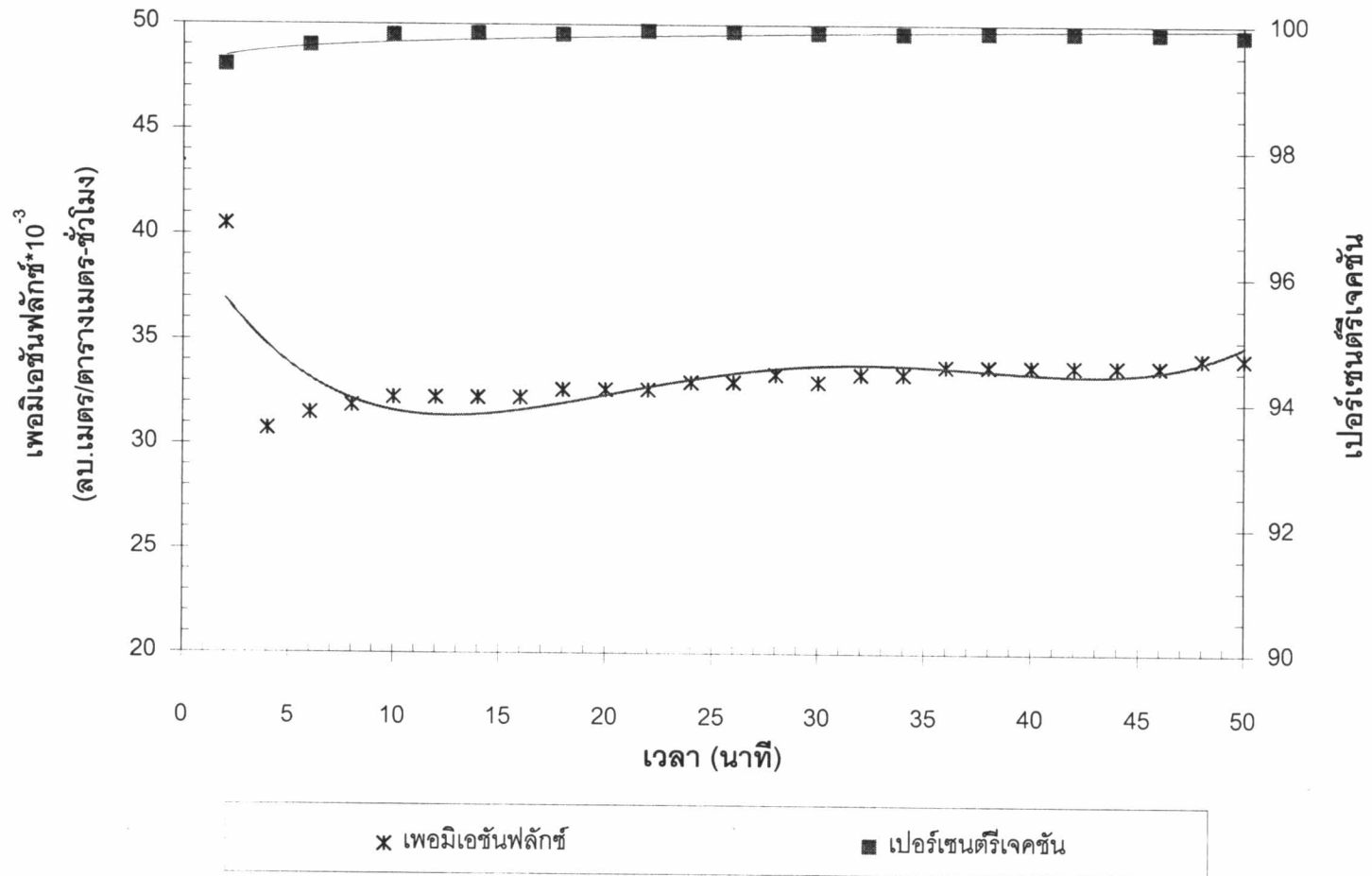
รูปที่ ค. 24 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 19.7 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



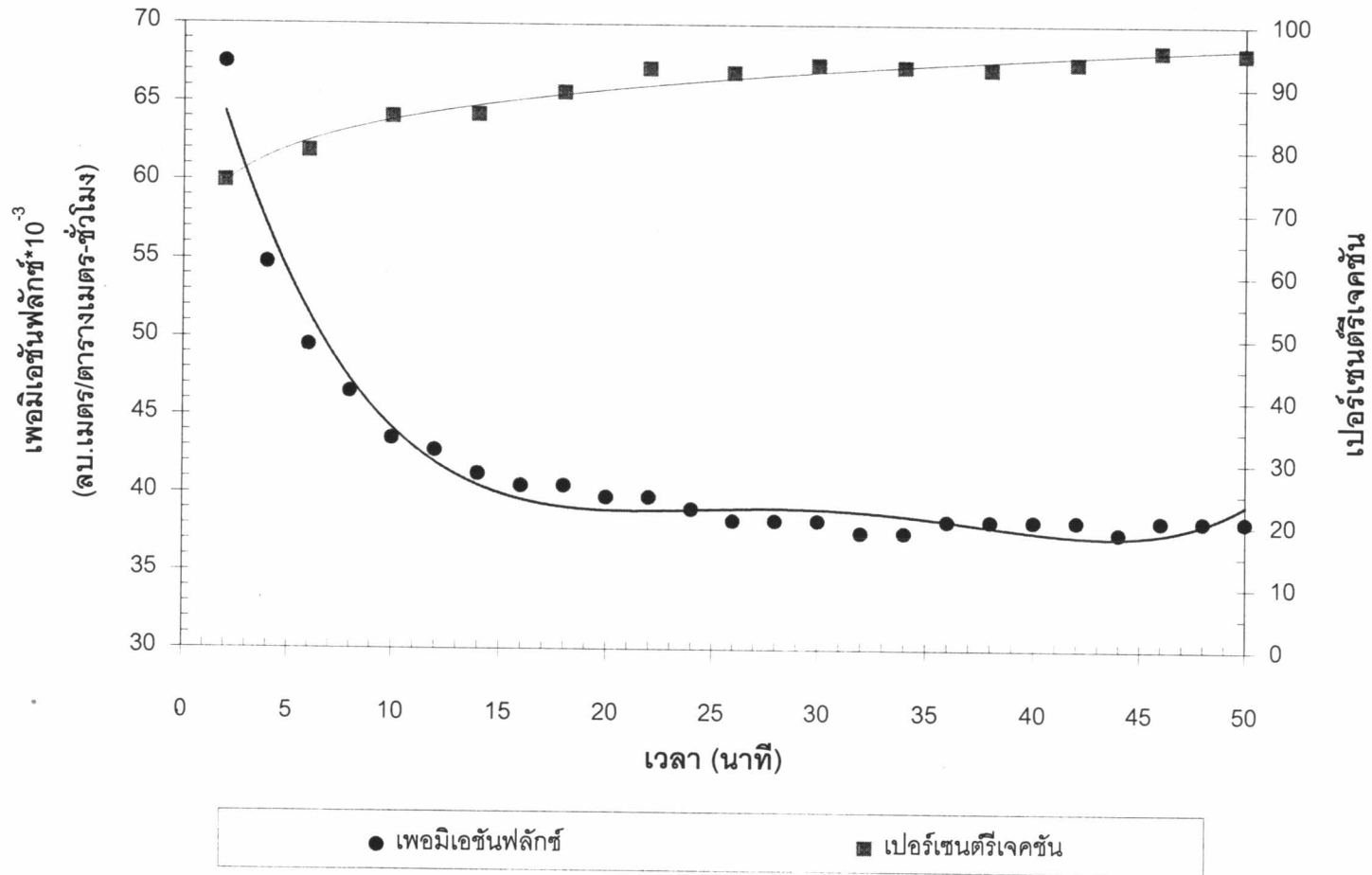
รูปที่ ค. 25 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 29.9 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



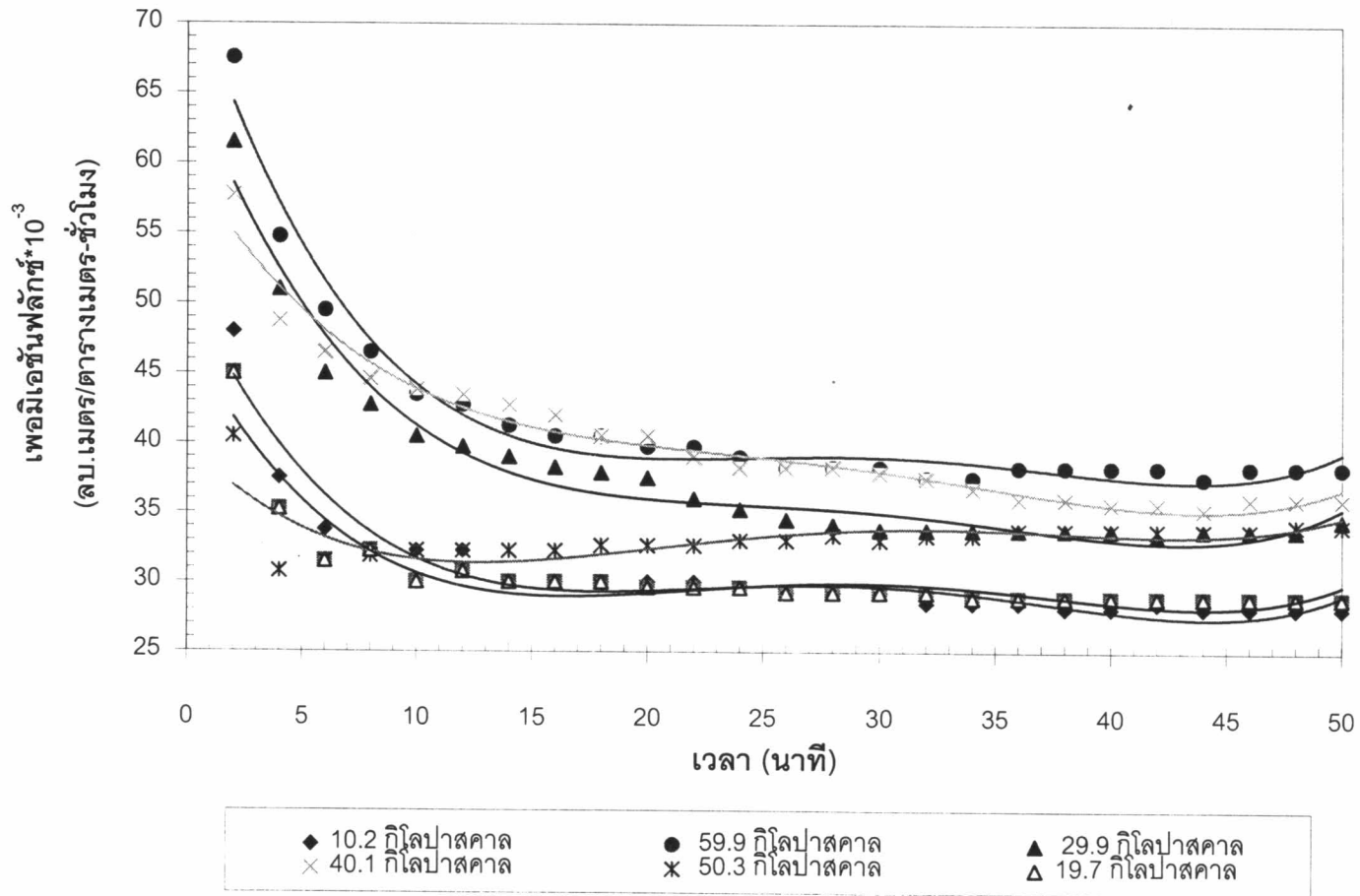
รูปที่ ค. 26 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเพอร์เซนตริเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 40.1 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



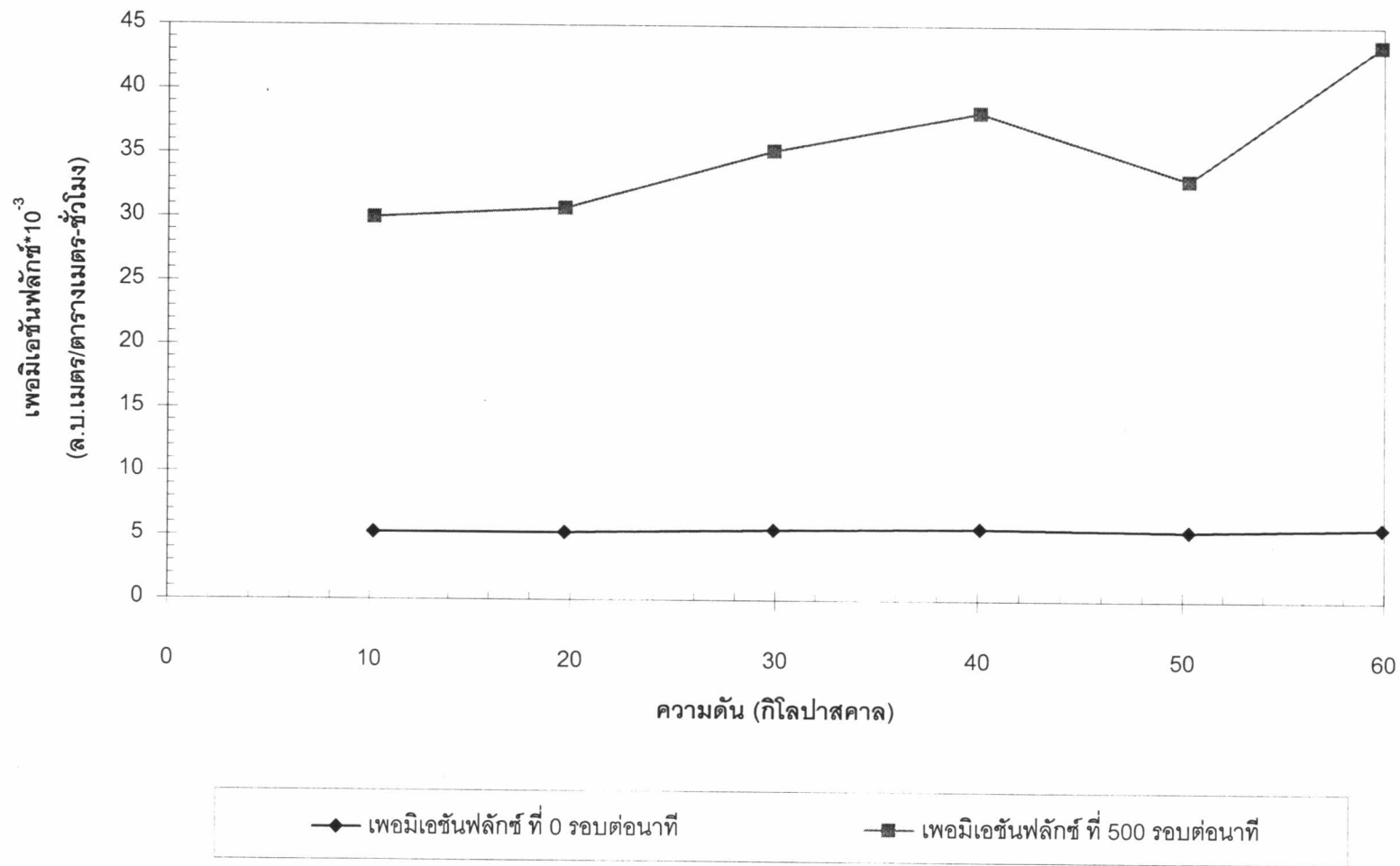
รูปที่ ค. 27 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 50.3 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ค. 28 แสดงค่าพีเอชและค่าการขุ่นต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ความดัน 59.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ค. 29 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที

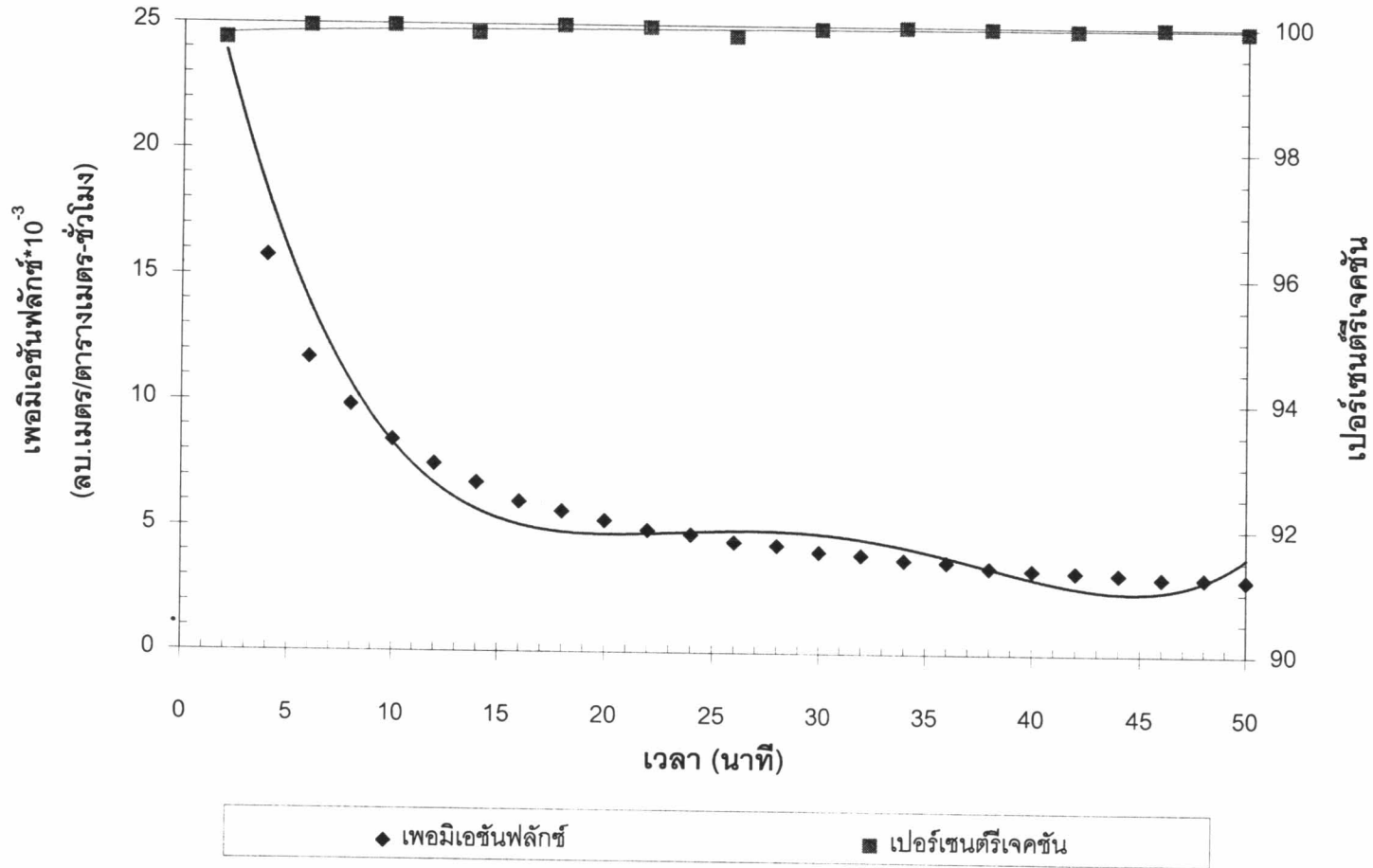


รูปที่ ค. 30 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อความดัน ที่ความเข้มข้นเซลล์ 2 กรัมต่อลิตร

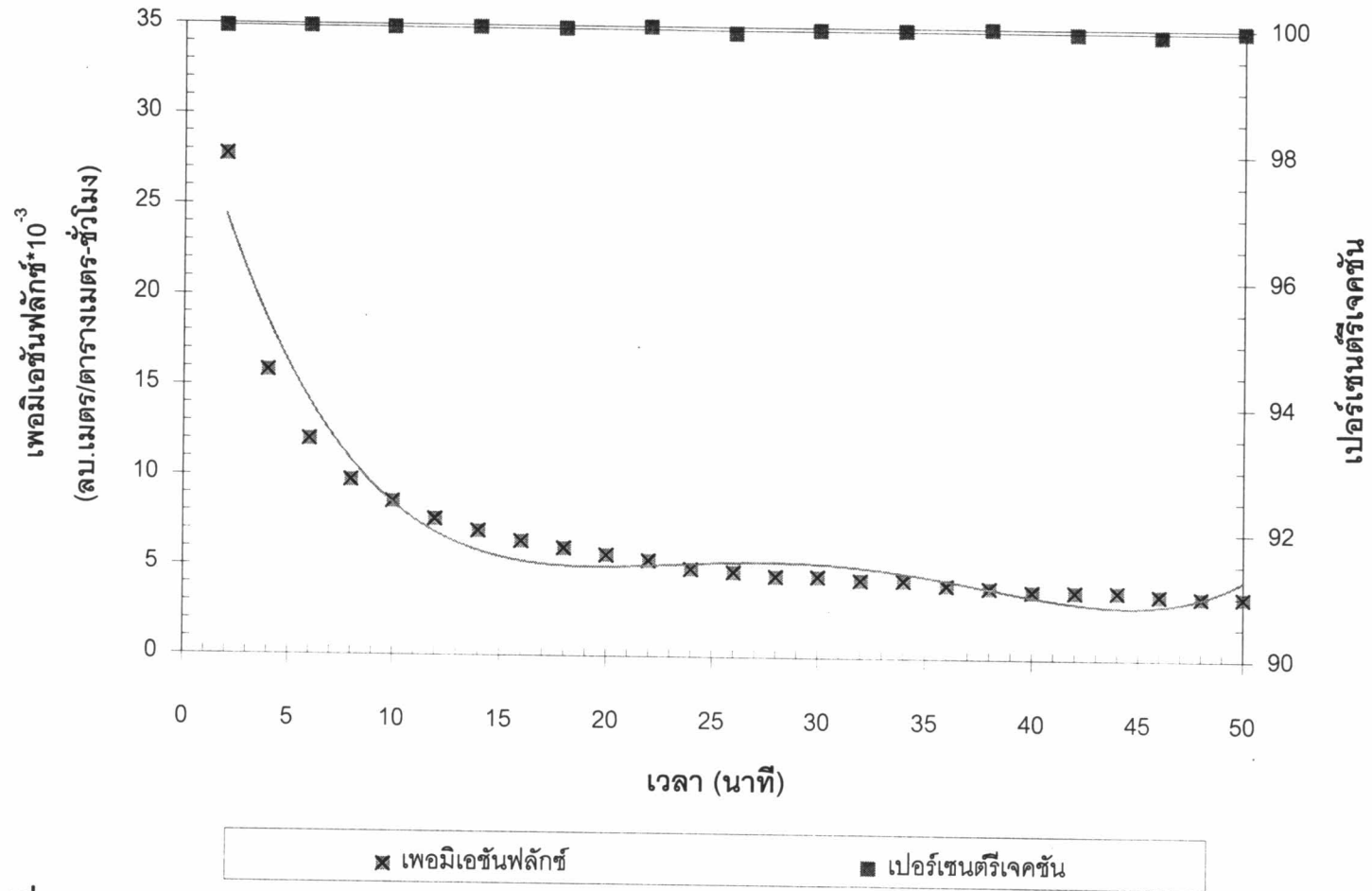
ตาราง ค. 5 แสดงผลการทดลองที่ความเข้มข้นเซลล์ 4.5 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง ความดันต่างๆ

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอท (ml/2min)						เพอมีเอชันฟลักซ์ *10 ³ (m ³ /m ² -hr)					
	0.102 บาร์	0.197 บาร์	0.299 บาร์	0.401 บาร์	0.503 บาร์	0.599 บาร์	10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
							เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์	เพอมีเอชันฟลักซ์
2	36	37	36.5	38	40	34.5	27.00	27.75	27.38	28.50	30.00	25.88
4	21	21.1	20.5	20.9	21.25	20	15.75	15.83	15.38	15.68	15.94	15.00
6	15.6	16	15.3	15.5	15.5	15	11.70	12.00	11.48	11.63	11.63	11.25
8	13.1	13	12.75	13	13	12.75	9.83	9.75	9.56	9.75	9.75	9.56
10	11.25	11.4	11	11	11.25	11	8.44	8.55	8.25	8.25	8.44	8.25
12	10	10.1	9.75	10	10	10	7.50	7.58	7.31	7.50	7.50	7.50
14	9	9.25	8.9	9	9.25	9.1	6.75	6.94	6.68	6.75	6.94	6.83
16	8	8.5	8.1	8.5	8.5	8.5	6.00	6.38	6.08	6.38	6.38	6.38
18	7.5	8	7.6	7.75	8	8	5.63	6.00	5.70	5.81	6.00	6.00
20	7	7.5	7	7.5	7.5	7.5	5.25	5.63	5.25	5.63	5.63	5.63
22	6.5	7.1	6.8	7	7	7.4	4.88	5.33	5.10	5.25	5.25	5.55
24	6.3	6.5	6.4	6.75	6.75	6.9	4.73	4.88	4.80	5.06	5.06	5.18
26	5.9	6.3	6.25	6.5	6.5	6.5	4.43	4.73	4.69	4.88	4.88	4.88
28	5.75	6	5.9	6.25	6.25	6.5	4.31	4.50	4.43	4.69	4.69	4.88
30	5.4	6	5.75	5.9	5.9	6	4.05	4.50	4.31	4.43	4.43	4.50
32	5.25	5.75	5.5	5.8	5.8	6	3.94	4.31	4.13	4.35	4.35	4.50
34	5	5.75	5.4	5.5	5.5	5.75	3.75	4.31	4.05	4.13	4.13	4.31
36	4.9	5.4	5.1	5.5	5.5	5.6	3.68	4.05	3.83	4.13	4.13	4.20
38	4.6	5.25	5.05	5.2	5.1	5.4	3.45	3.94	3.79	3.90	3.83	4.05
40	4.5	5	4.95	5.1	5.1	5.4	3.38	3.75	3.71	3.83	3.83	4.05
42	4.4	5	4.8	5	5	5.1	3.30	3.75	3.60	3.75	3.75	3.83
44	4.3	5	4.6	4.9	5	5.1	3.23	3.75	3.45	3.68	3.75	3.83
46	4.1	4.75	4.5	4.75	4.75	4.9	3.08	3.56	3.38	3.56	3.56	3.68
48	4.1	4.6	4.4	4.75	4.75	4.9	3.08	3.45	3.30	3.56	3.56	3.68
50	4	4.6	4.4	4.5	4.5	4.75	3.00	3.45	3.30	3.38	3.38	3.56

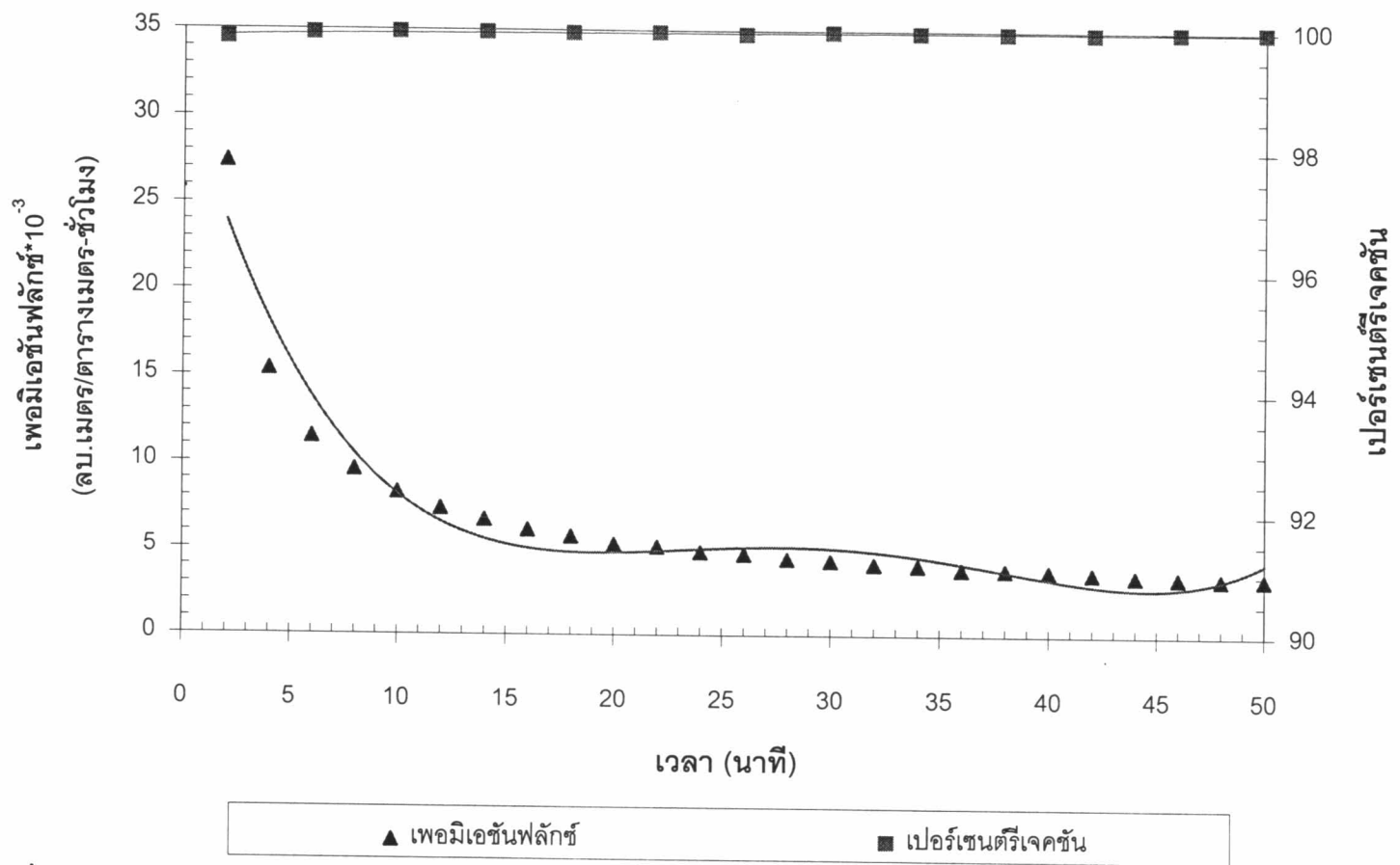
เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน					
10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน
99.75	99.95	99.85	99.92	99.92	99.88
99.96	99.96	99.94	99.96	99.92	99.94
99.97	99.95	99.96	99.96	99.95	99.88
99.86	99.96	99.96	99.95	99.93	99.93
99.98	99.96	99.95	99.97	99.98	99.86
99.96	99.99	99.96	99.94	99.96	99.93
99.83	99.90	99.94	99.98	99.98	99.98
99.95	99.96	99.98	99.98	99.97	99.99
99.98	99.96	99.96	99.94	99.96	99.98
99.97	99.99	99.96	99.96	99.97	99.90
99.95	99.92	99.96	99.92	99.98	99.98
99.96	99.89	99.98	99.97	99.98	99.96
99.94	99.96	99.99	99.95	99.98	99.95



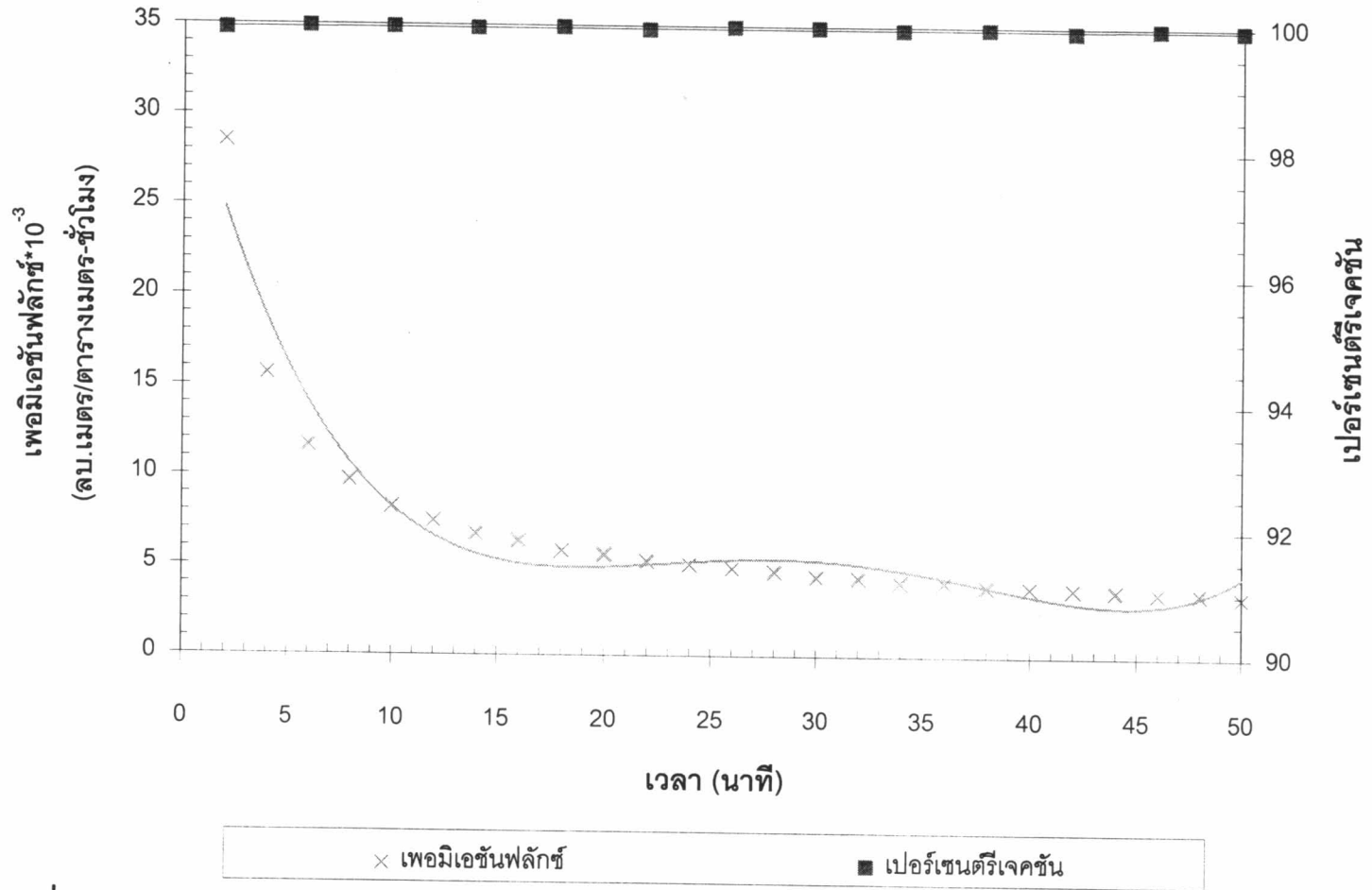
รูปที่ ค. 31 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์เจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 10.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



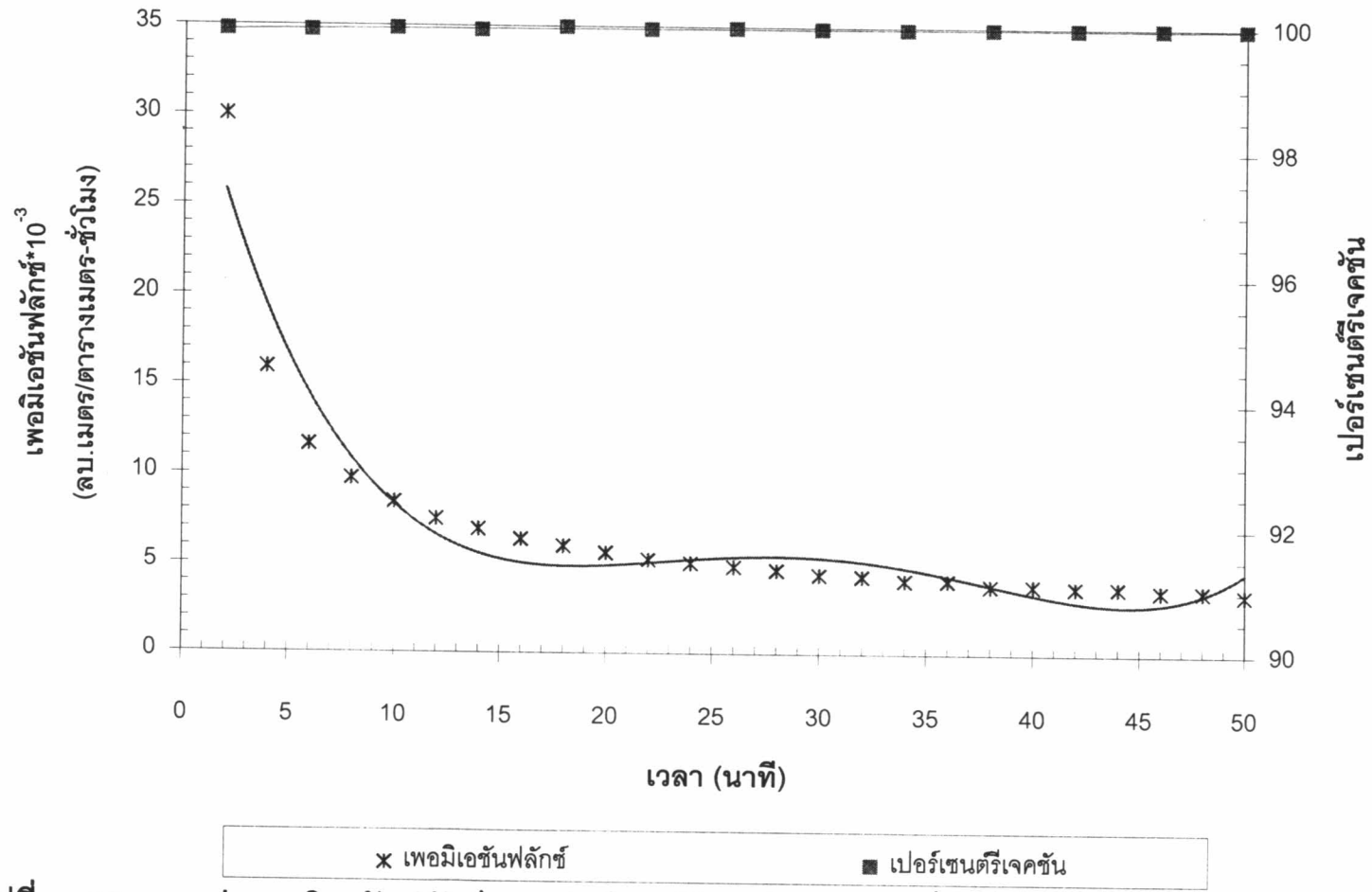
รูปที่ ค. 32 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์น้ำที่ดูดซับต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 19.7 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



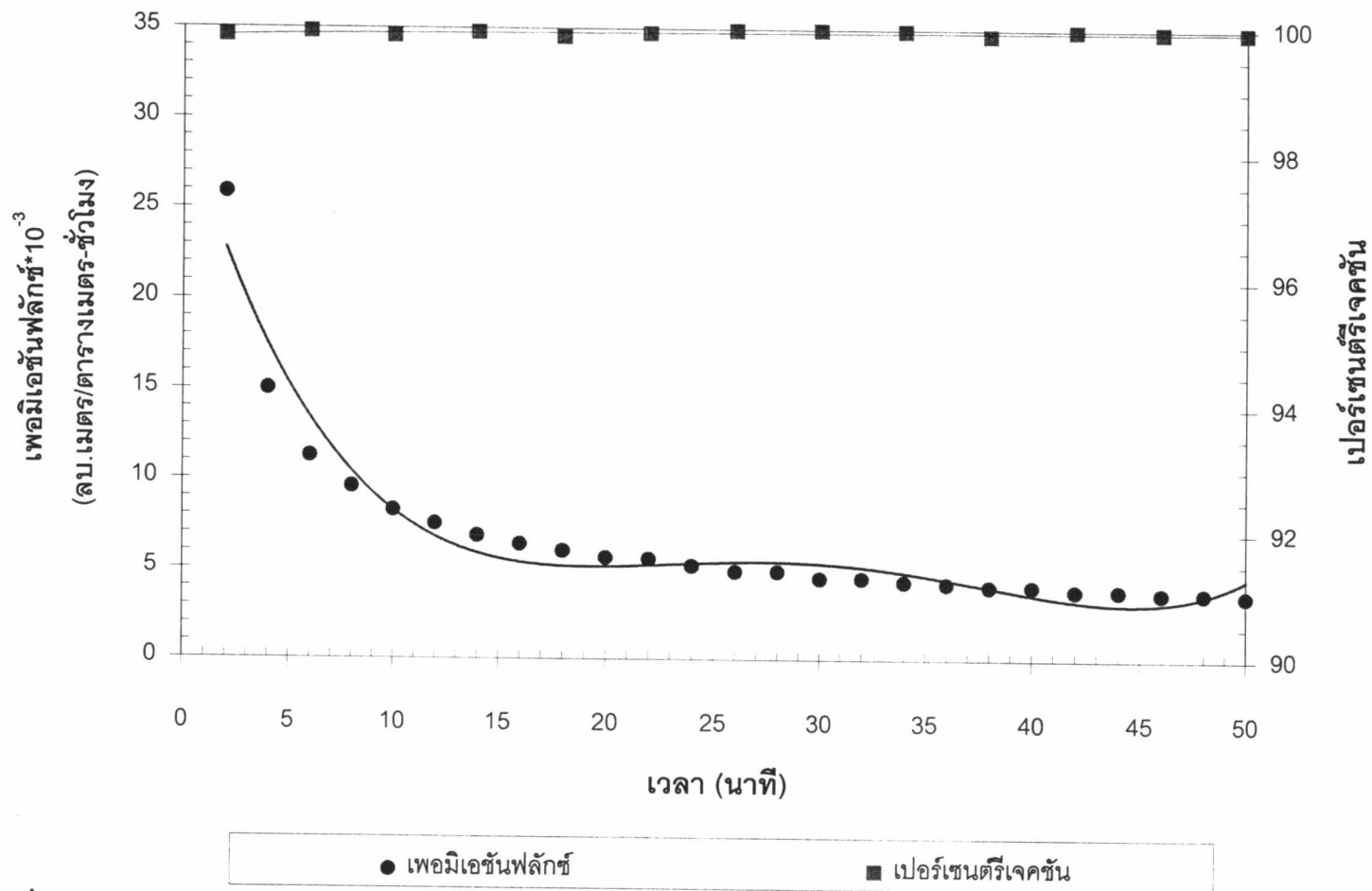
รูปที่ ค. 33 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 29.9 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



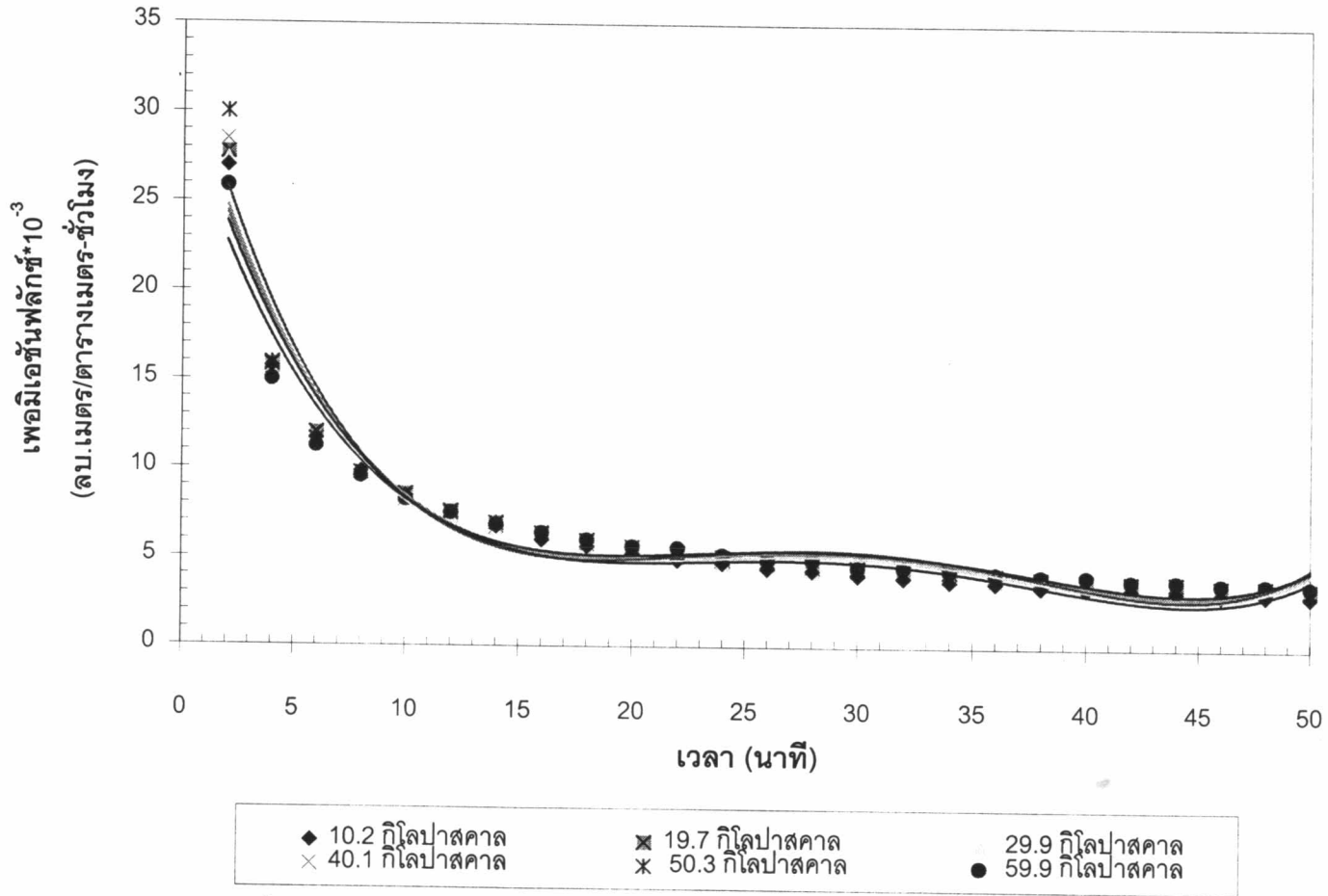
รูปที่ ค. 34 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 40.1 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



รูปที่ ค. 35 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซนตริเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 50.3 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง



รูปที่ ค. 36 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์น้ำต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 59.9 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

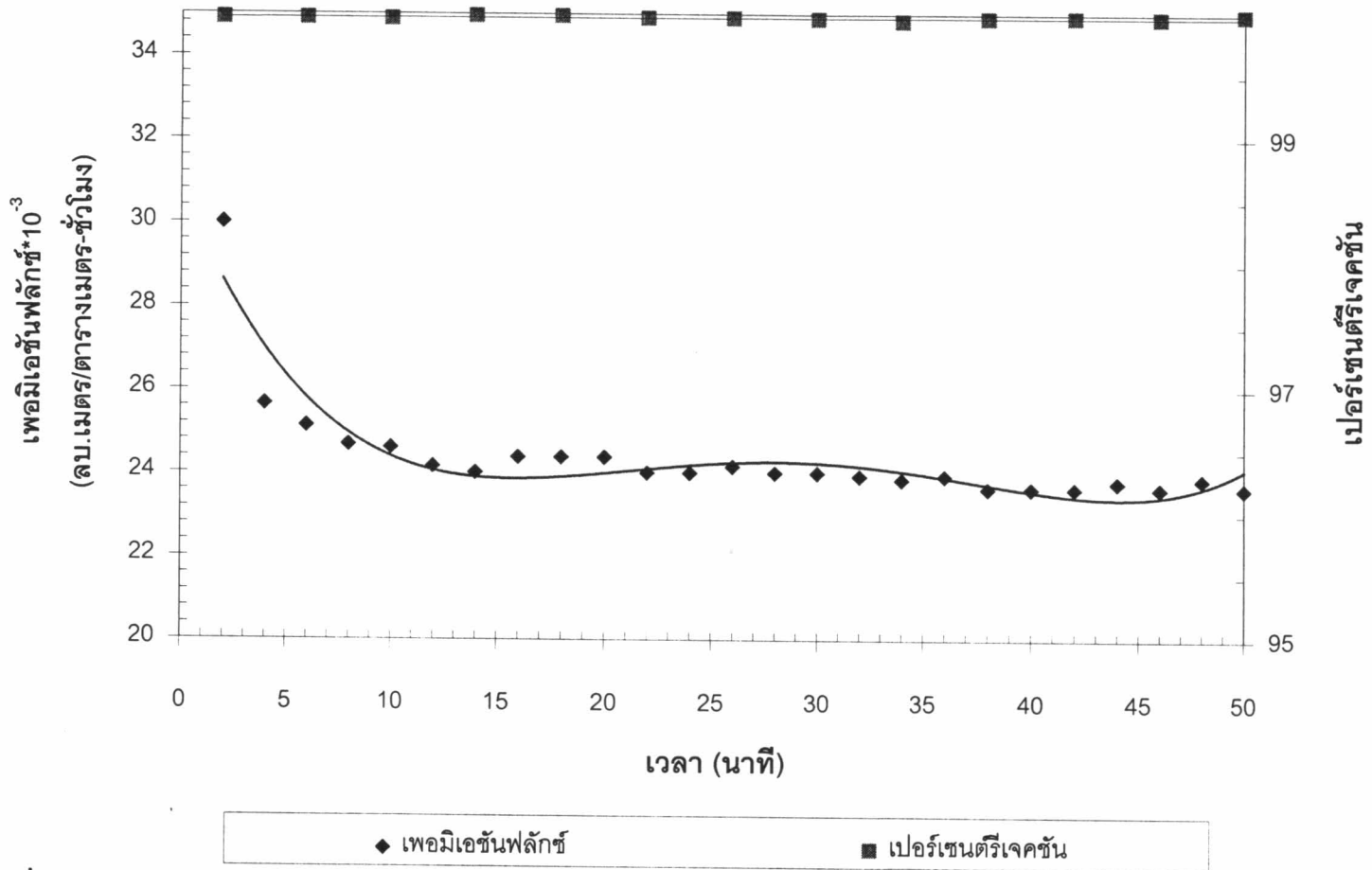


รูปที่ ค. 37 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหยุดนิ่ง

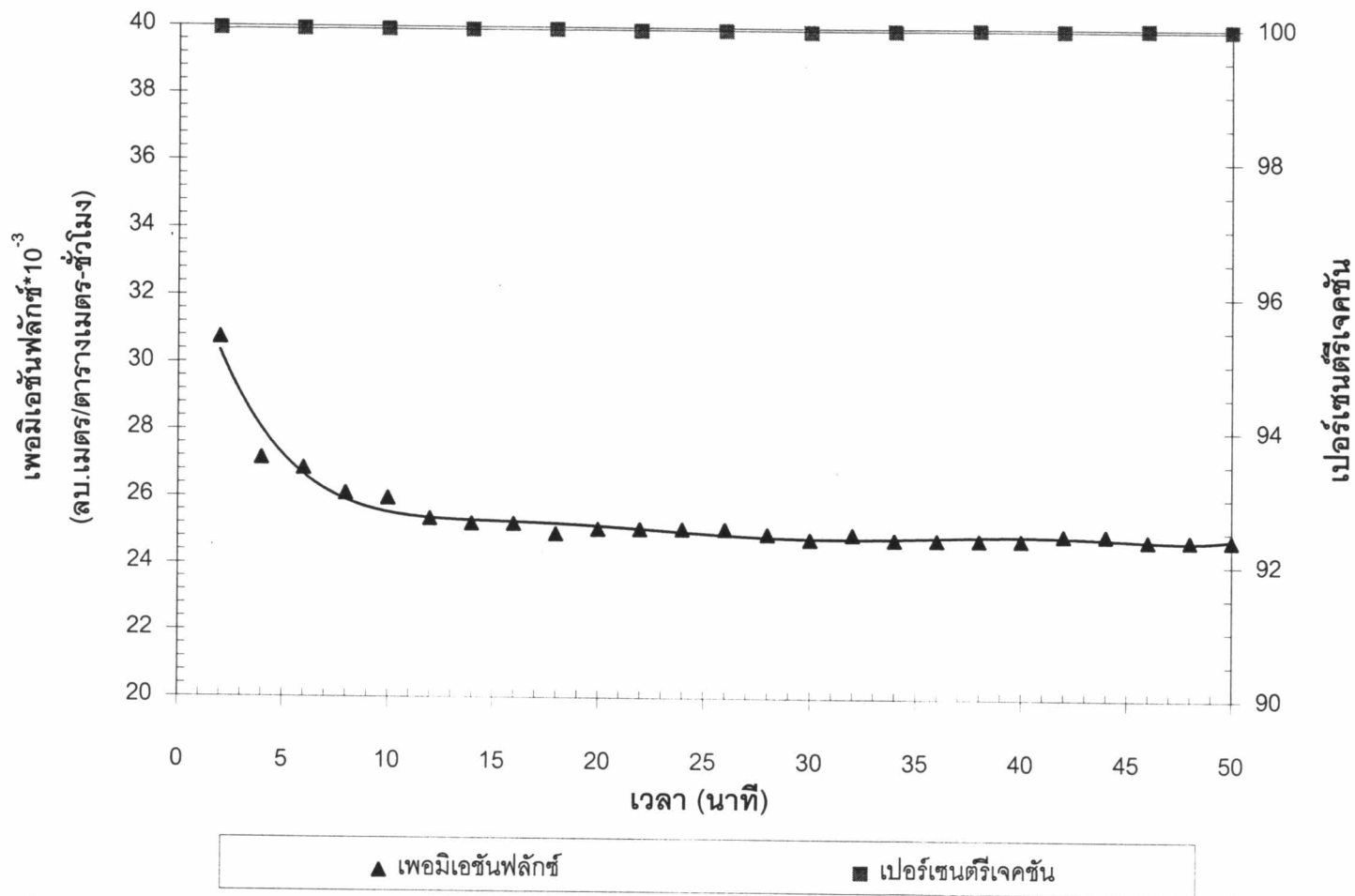
ตาราง ค. 6 แสดงผลการทดลองที่ความเข้มข้นเซลล์ 4.5 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที ที่ความดันต่าง ๆ

เวลา (นาที)	ปริมาณเพอมีเอท (ml/2min)						เพอมีเอชันฟลักซ์ * 10 ³ (m ³ /m ² -hr)					
	0.102 บาร์	0.197 บาร์	0.299 บาร์	0.401 บาร์	0.503 บาร์	0.599 บาร์	10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
2	40	41	41.5	42.6	42.5	47.8	30.00	30.75	31.13	31.95	31.88	35.85
4	34.2	36.2	37.9	38	38.3	39.5	25.65	27.15	28.43	28.50	28.73	29.63
6	33.5	35.8	37	38.5	38.1	40	25.13	26.85	27.75	28.88	28.58	30.00
8	32.9	34.8	36.5	38.5	38.6	40.5	24.68	26.10	27.38	28.88	28.95	30.38
10	32.8	34.6	36	38.8	38.5	41	24.60	25.95	27.00	29.10	28.88	30.75
12	32.2	33.8	36	38.5	38.9	41	24.15	25.35	27.00	28.88	29.18	30.75
14	32	33.6	35.8	38.8	38.9	41	24.00	25.20	26.85	29.10	29.18	30.75
16	32.5	33.6	35.8	38.2	39	41	24.38	25.20	26.85	28.65	29.25	30.75
18	32.5	33.2	35.4	38.5	39	41	24.38	24.90	26.55	28.88	29.25	30.75
20	32.5	33.4	35.5	38.6	39	41	24.38	25.05	26.63	28.95	29.25	30.75
22	32	33.4	35	38.7	39	41	24.00	25.05	26.25	29.03	29.25	30.75
24	32	33.4	35.5	38.5	39.1	41	24.00	25.05	26.63	28.88	29.33	30.75
26	32.2	33.4	35.5	38.5	39.1	41.3	24.15	25.05	26.63	28.88	29.33	30.98
28	32	33.2	35	38.6	39.25	40.9	24.00	24.90	26.25	28.95	29.44	30.68
30	32	33	35.2	38.4	39.25	41	24.00	24.75	26.40	28.80	29.44	30.75
32	31.9	33.2	35.5	38.2	39.5	41	23.93	24.90	26.63	28.65	29.63	30.75
34	31.8	33	35.2	38.5	39.25	41	23.85	24.75	26.40	28.88	29.44	30.75
36	31.9	33	35.2	38.2	39.5	40.9	23.93	24.75	26.40	28.65	29.63	30.68
38	31.5	33	35.5	38	39.25	40.6	23.63	24.75	26.63	28.50	29.44	30.45
40	31.5	33	35.2	38.2	39.8	40.9	23.63	24.75	26.40	28.65	29.85	30.68
42	31.5	33.2	35.2	38	39.5	41	23.63	24.90	26.40	28.50	29.63	30.75
44	31.7	33.2	35.2	38	39.6	41	23.78	24.90	26.40	28.50	29.70	30.75
46	31.5	33	35	38	39.6	41	23.63	24.75	26.25	28.50	29.70	30.75
48	31.8	33	35	38.1	39.6	40.9	23.85	24.75	26.25	28.58	29.70	30.68
50	31.5	33	35.2	38.1	39.5	41	23.63	24.75	26.40	28.58	29.63	30.75

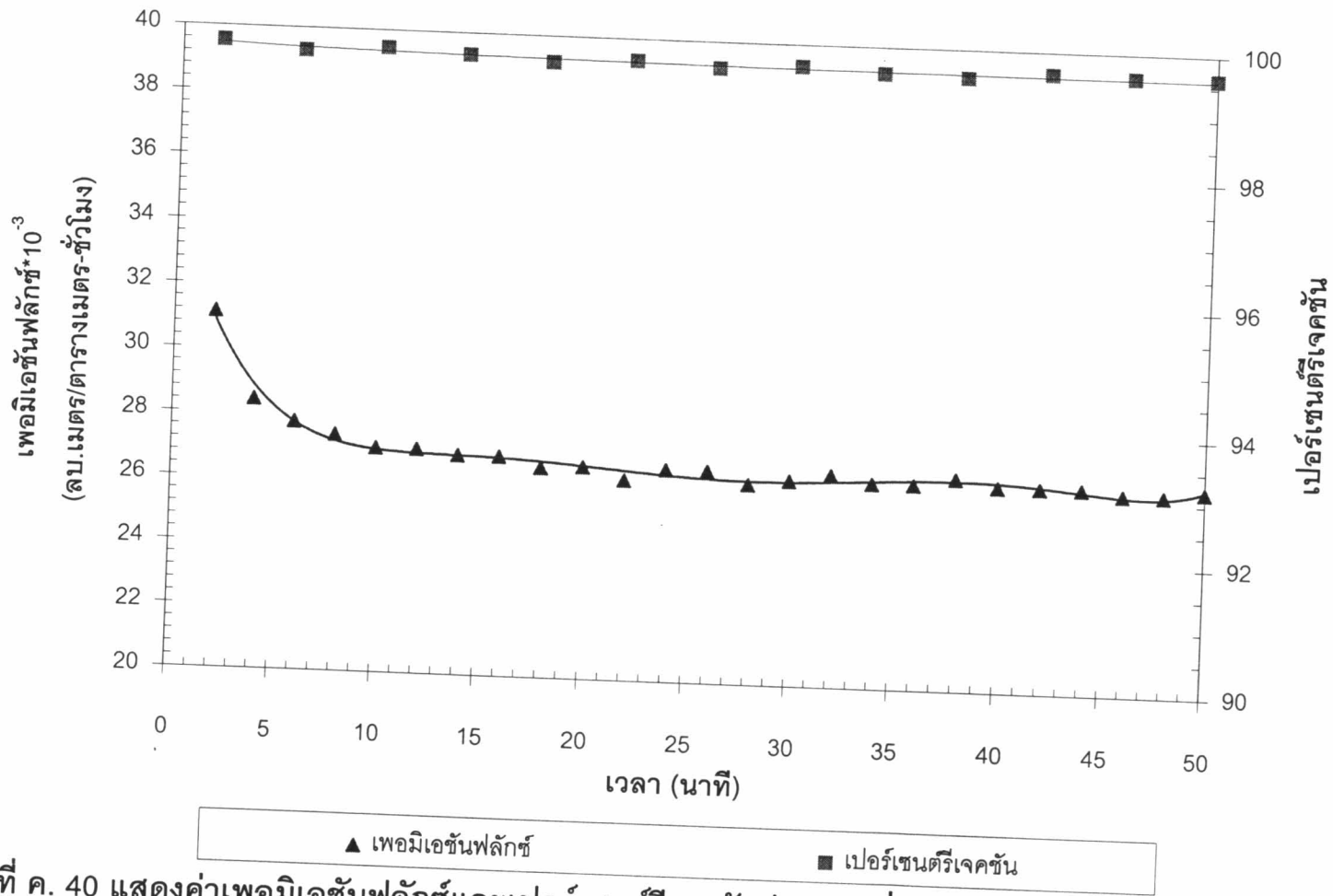
เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน					
10.2 กิโลปาสกาล	19.7 กิโลปาสกาล	29.9 กิโลปาสกาล	40.1 กิโลปาสกาล	50.3 กิโลปาสกาล	59.9 กิโลปาสกาล
เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน	เปอร์เซ็นต์รีเจคชัน
99.96	99.96	99.77	99.78	99.95	99.92
99.96	99.96	99.64	99.65	99.94	99.94
99.96	99.96	99.72	99.73	99.96	99.85
99.98	99.95	99.66	99.67	99.97	99.96
99.98	99.96	99.59	99.60	99.96	99.98
99.97	99.95	99.66	99.67	99.96	99.86
99.97	99.95	99.59	99.60	99.96	99.98
99.96	99.94	99.66	99.66	99.95	99.84
99.95	99.96	99.59	99.60	99.96	99.98
99.97	99.97	99.56	99.58	99.93	99.93
99.97	99.97	99.65	99.67	99.94	99.98
99.97	99.99	99.62	99.64	99.93	99.97
99.99	99.98	99.63	99.64	99.96	99.92



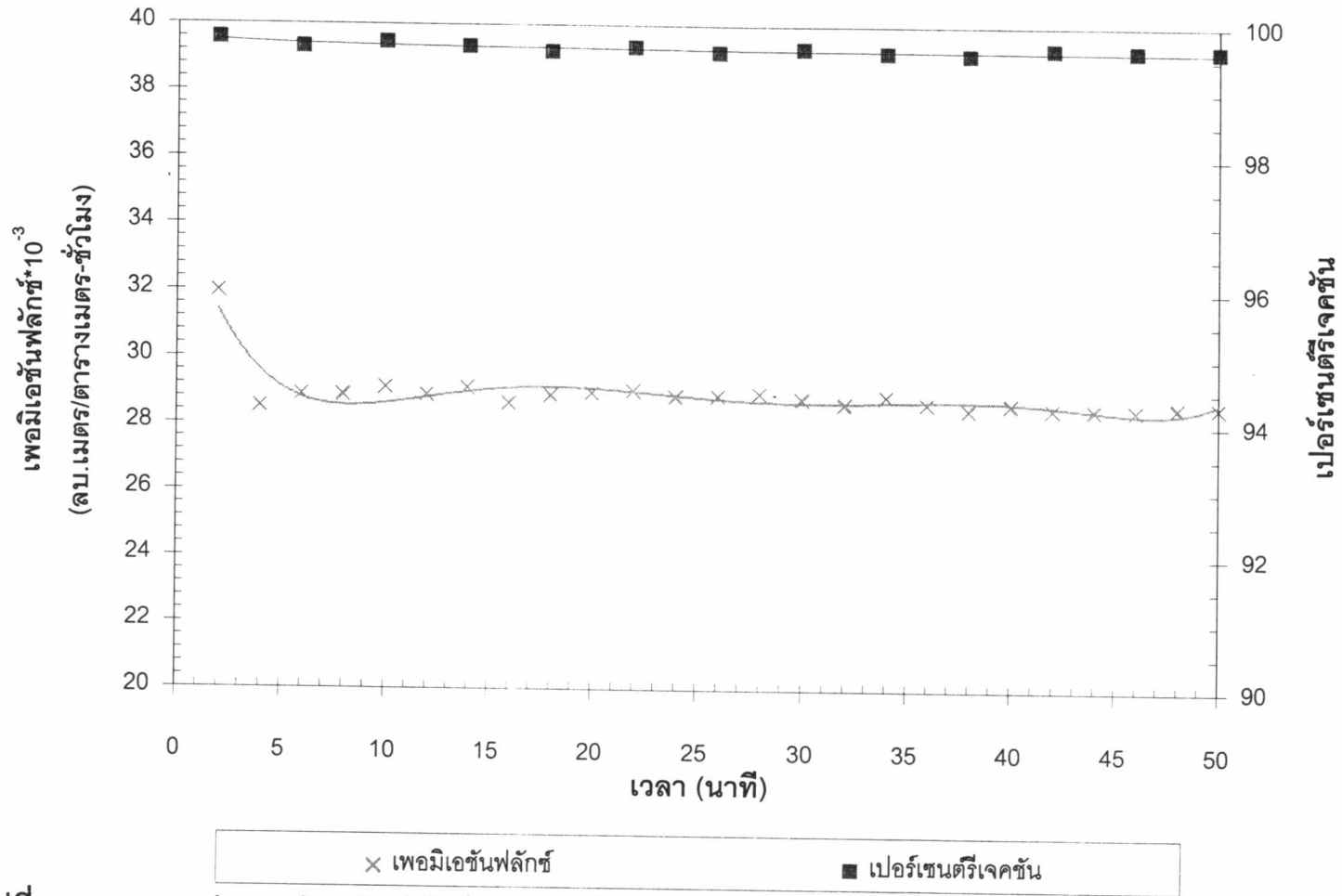
รูปที่ ค. 38 แสดงค่าเพอมนิเอชันฟลักซ์และเพอร์ซัลเฟตต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 10.2 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



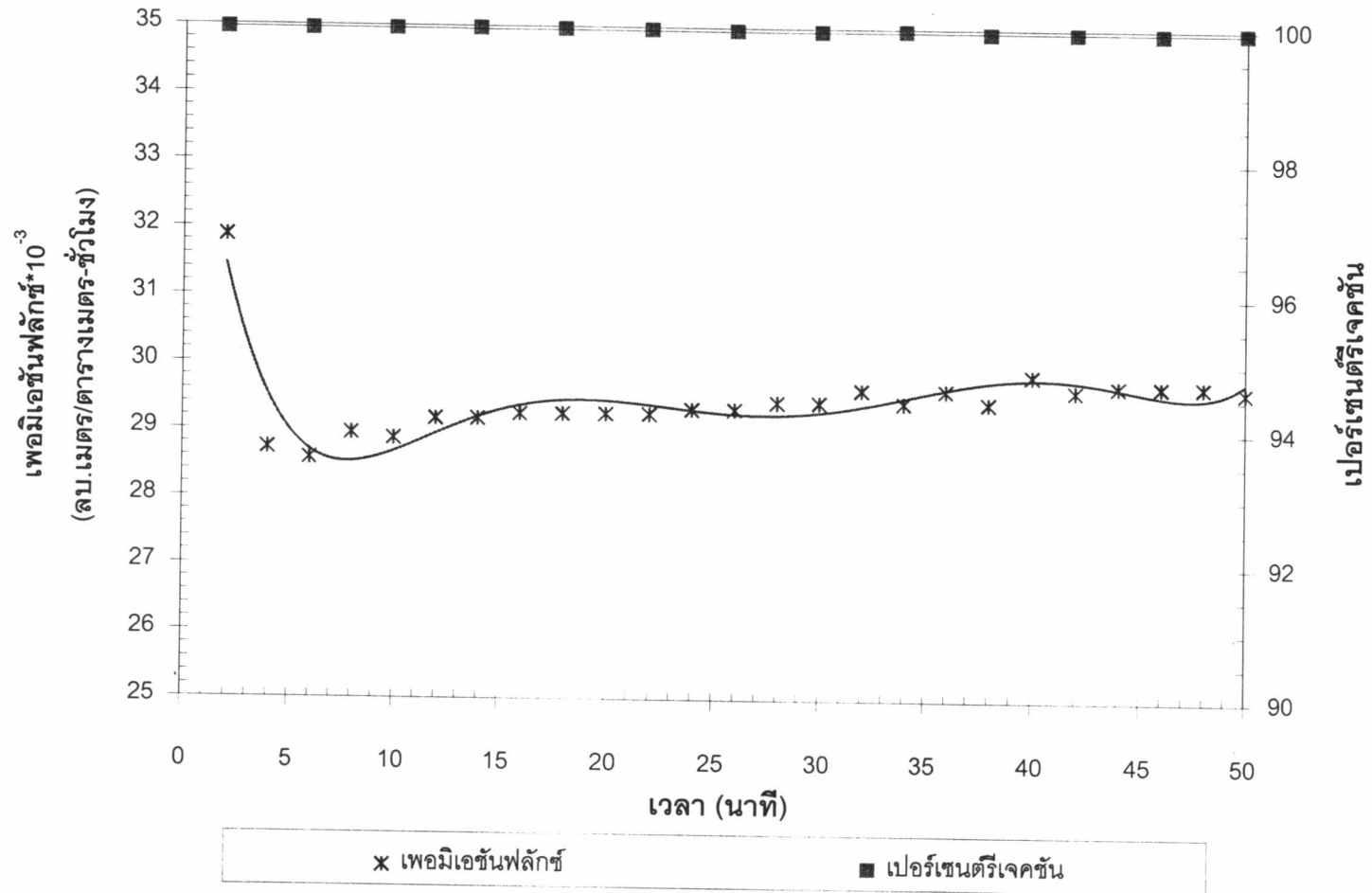
รูปที่ ค. 39 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 19.7 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



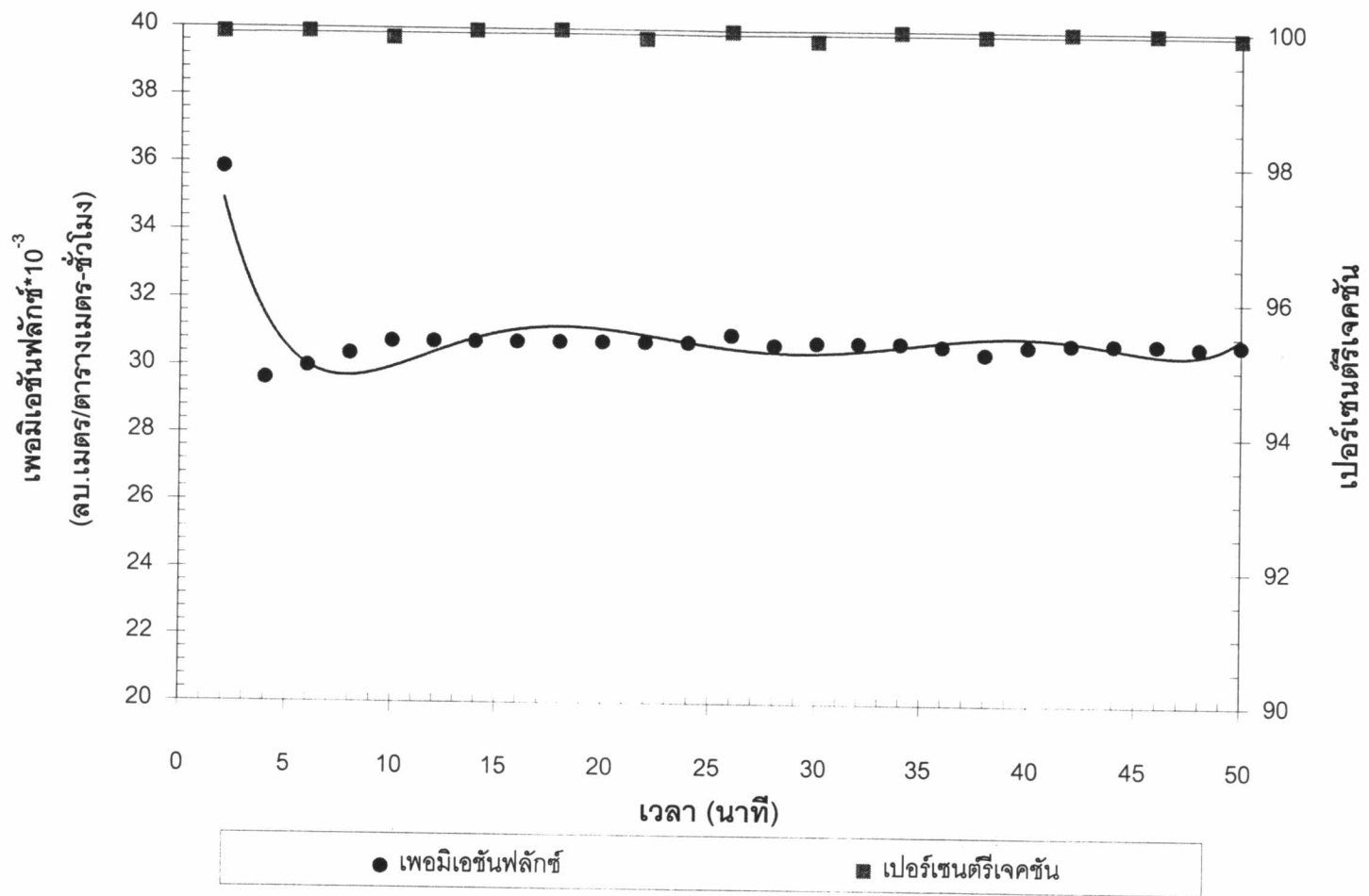
รูปที่ ค. 40 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รีเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 29.9 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



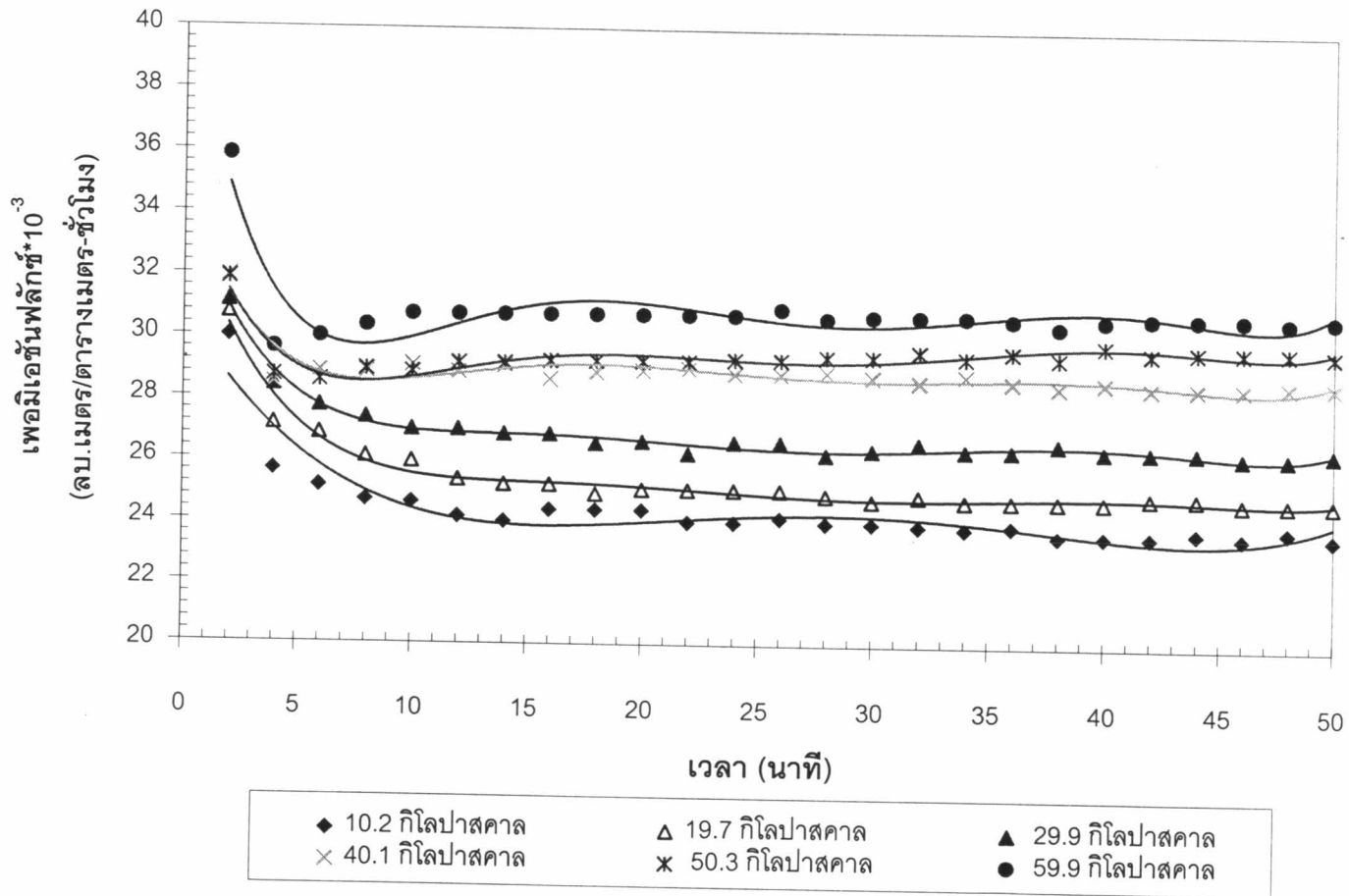
รูปที่ ค. 41 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซนตริเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 40.1 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



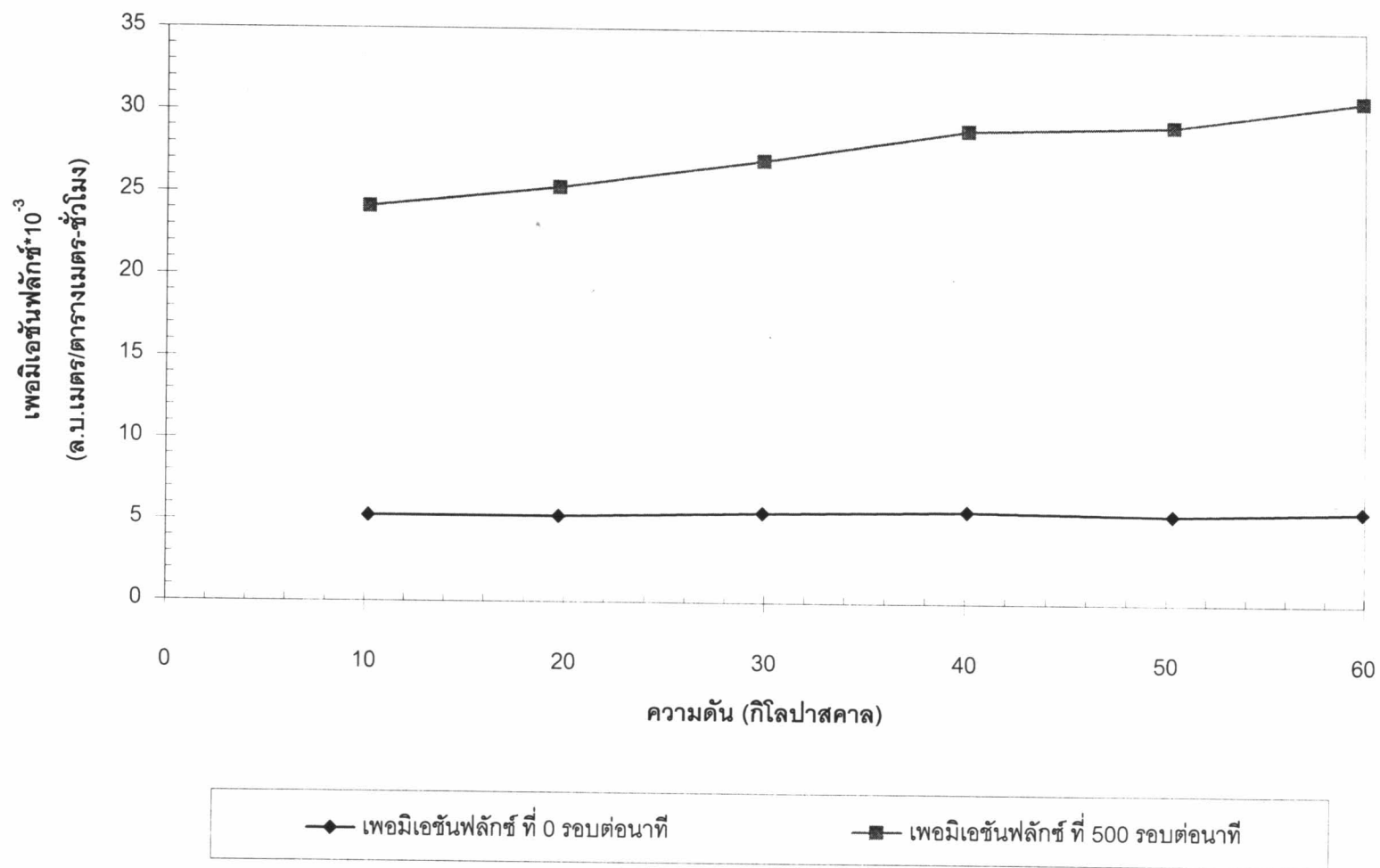
รูปที่ ค. 42 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซนตริเจคชันต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 50.3 กิโลปาสคาล โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ค. 43 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์รูพรุนต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร ความดัน 59.9 กิโลปาสกาล โดยที่เยื่อแผ่นหนุน 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ค. 44 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อเวลา ที่ความเข้มข้น 4.5 กรัมต่อลิตร โดยที่เยื่อแผ่นหมุน 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ค. 45 แสดงค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ต่อความดัน ที่ความเข้มข้นเซลล์ 4.5 กรัมต่อลิตร

ประวัติผู้เขียน

นางสาว จันทพร ปุณณรัตน์กุล เกิดเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2513 ที่อำเภอเมือง
จังหวัดสระบุรี เข้าศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
เมื่อ พ.ศ. 2536

