

## รายการอ้างอิง

- [1] ไฉน ยอดเพชร. พืชผักอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์วีวีวี, 2542.
- [2] Agarwal, S., and Rao, A.V.. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. Canadian Medical Association or its licensors 163 (6) 2000 : 739-744.
- [3] ชันทอง สุนทรภา. เทคโนโลยีการแยกด้วยเมมเบรน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- [4] <http://www.wikipedia.org/Polysulfone>
- [5] Lufrano, F., Gatto, I., Staiti, P., Antonucci, V., and Passalacque, E.. Sulfonated polysulfone ionomer membranes for fuel cells. Solid State Ionics. (2001) : 47-51.
- [6] Olives, A. I., Cámara, H. M., Sánchez, M. C., Fernández, R. V., and López, M.. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and  $\beta$ -carotene in vegetables. Food Chemistry. 95 (2006) : 328-336
- [7] นิสาทูทอง. การแยกและหาปริมาณสารไลโคปีนในมะเขือเทศ. กระบวนวิชาปัญหาพิเศษทางเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.
- [8] Windholz, M., Budavari, S., Blumetti, R.F., and Otterbein, E.S.. The Merck index. 10<sup>th</sup> ed.. USA : Merck and co.,Inc., 1983.
- [9] <http://www.lycopene.org>
- [10] Rosa, A., Lee, T. C., Logendra, L., and Janes, H.. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L\*, a\*, b\* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. J.Agric.Food.Chem 48 (2000) : 1697-1702.
- [11] <http://www.eng.utah.edu/~nairn/mse/students/MSE3410/PSF/Description.htm>
- [12] ยวดี วงศ์ศิริ. การบำบัดน้ำผิวดินให้เป็นน้ำดื่มด้วยเมมเบรนพอลิซัลโฟน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- [13] รัตนา จิระรัตนานนท์. กระบวนการแยกด้วยเยื่อแผ่นสังเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.
- [14] [http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/CHE512/PV\\_files/frame.htm](http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/CHE512/PV_files/frame.htm)
- [15] [http://www.nirosoft.com/site/item.php?ln=en&item\\_id=189&main\\_id=110](http://www.nirosoft.com/site/item.php?ln=en&item_id=189&main_id=110)
- [16] <http://www.niroinc.com/html/filtration/ftechsys.html>
- [17] <http://www.water-technology.net/projects/perth/perth4.html>

- [18] Noshay, A., and Robeson, L. M.. Sulfonated polysulfone. Journal of Applied Polymer Science. 20 (1976) : 1885-1903.
- [19] Genova, D. P., Baradie, B., Foscallo, D., Poinsignon, C., and Sanchez, J. Y.. Ionomeric membranes for proton exchange membrane fuel cell (PEMFC): sulfonated polysulfone associated with phosphoantimonic acid. Journal of Membrane Science. 185 (2001) : 59-71
- [20] Matsumoto, Y., Sudoh, M., and Suzuki, Y.. Preparation of composite UF membranes of sulfonated polysulfone coated on ceramics. Journal of Membrane Science. 158 (1999) : 55-62
- [21] Ramandeep, T. K., and Geoffrey, S. P.. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food Research International. 38 (2005) : 487-494
- [22] Chen, S.H., Yu, K.C., and Lin, S.S.. Pervaporation separation of water/ethanol mixture by sulfonated polysulfone membrane. Journal of Membrane Science (2001) : 29-36.
- [23] Noel, P., and Roeges, G.. A Guide to the Complete Interpretation of Infrared Spectra of Organic Structures. Great Britain: John Wiley & Sons, 1994.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## ข้อมูลการทดลอง

## 1. ค่าความสามารถทนต่อแรงดึง

ตารางที่ ก.1 ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
40 °C 8 hr 45 min	1	0.087	0.082	7.1	7.6	2.4	7.1	7.6	2.4
	2	0.087		11.2			11.2		
	3	0.084		8.7			8.7		
	4	0.080		5.8			5.8		
	5	0.071		5.3			5.3		
40 °C 8 hr 60 min	1	0.079	0.081	8.5	8.3	0.3	4.1	4.7	1.1
	2	0.080		8.5			5.3		
	3	0.080		7.9			3.5		
	4	0.082		8.1			6.3		
	5	0.082		8.4			4.2		
40 °C 8 hr 90 min	1	0.080	0.084	7.2	7.6	0.4	4.4	9.2	4.1
	2	0.085		7.7			10.3		
	3	0.085		7.0			6.3		
	4	0.087		8.0			14.9		
	5	0.084		7.9			10.3		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของ เมมเบรน	ตัว อย่าง ที่	ความ หนา (มม.)	ความ หนา เฉลี่ย (มม.)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง เฉลี่ย (MPa)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ การยืด	ร้อยละ การยืด เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
40 °C 10 hr 45 min	1	0.154	0.135	5.2	5.5	0.2	8.9	7.6	2.8
	2	0.134		5.7			6.3		
	3	0.122		5.4			11.8		
	4	0.138		5.7			5.9		
	5	0.127		5.6			5.0		
40 °C 10 hr 1 hr	1	0.088	0.087	7.0	7.8	0.6	2.3	4.9	2.5
	2	0.088		8.6			5.4		
	3	0.084		8.0			8.8		
	4	0.087		7.7			4.4		
	5	0.086		7.6			3.5		
40 °C 10 hr 90 min	1	0.087	0.083	7.9	8.9	0.8	3.7	8.3	2.7
	2	0.085		8.8			9.0		
	3	0.080		9.3			9.7		
	4	0.081		10.0			10.4		
	5	0.081		8.6			8.6		
40 °C 12 hr 45 min	1	0.065	0.066	12.7	11.6	0.8	5.3	5.5	1.8
	2	0.065		10.9			7.2		
	3	0.067		11.3			2.8		
	4	0.067		12.2			5.1		
	5	0.068		11.1			6.9		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
40 °C 12 hr 60 min	1	0.075	0.076	7.3	7.4	0.4	5.8	6.1	1.9
	2	0.080		7.8			8.8		
	3	0.077		7.6			3.5		
	4	0.075		6.8			6.6		
	5	0.075		7.4			6.0		
40 °C 12 hr 90 min	1	0.098	0.098	7.0	8.5	1.0	4.7	11.0	4.2
	2	0.100		8.7			14.7		
	3	0.097		9.8			10.2		
	4	0.097		8.7			10.5		
	5	0.100		8.5			14.9		
40 °C 14 hr 45 min	1	0.047	0.049	10.3	10.9	0.4	4.3	7.7	3.1
	2	0.052		10.8			8.1		
	3	0.048		11.3			10.0		
	4	0.048		11.2			4.7		
	5	0.050		10.9			11.3		
40 °C 14 hr 60 min	1	0.074	0.075	8.9	9.0	0.9	2.1	7.0	4.2
	2	0.076		9.2			11.9		
	3	0.076		8.7			10.8		
	4	0.076		7.9			5.9		
	5	0.075		10.3			4.2		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของ เมมเบรน	ตัว อย่าง ที่	ความ หนา (มม.)	ความ หนา เฉลี่ย (มม.)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง เฉลี่ย (MPa)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ การยืด	ร้อยละ การยืด เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
40 °C 14 hr 90 min	1	0.051	0.050	13.7	14.9	1.6	3.7	8.1	4.9
	2	0.050		14.5			8.7		
	3	0.051		17.7			14.4		
	4	0.048		13.9			11.0		
	5	0.050		14.4			2.8		
40 °C 16 hr 45 min	1	0.075	0.078	10.0	10.8	0.7	3.2	8.7	4.5
	2	0.076		10.4			9.3		
	3	0.073		10.7			13.5		
	4	0.080		11.6			5.0		
	5	0.084		11.4			12.5		
40 °C 16 hr 60 min	1	0.075	0.071	9.4	8.8	0.8	6.6	7.3	2.1
	2	0.065		8.9			10.1		
	3	0.069		9.2			9.0		
	4	0.076		7.3			5.0		
	5	0.071		9.2			6.0		
40 °C 16 hr 90 min	1	0.073	0.068	9.6	10.7	1.1	12.4	6.5	3.7
	2	0.066		11.2			7.6		
	3	0.067		9.6			3.0		
	4	0.070		12.2			4.5		
	5	0.065		11.1			5.1		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
40 °C 18 hr 45 min	1	0.049	0.047	14.0	14.2	0.6	6.5	5.5	2.2
	2	0.047		15.0			2.0		
	3	0.047		13.4			4.9		
	4	0.045		14.2			7.6		
	5	0.045		14.5			6.6		
40 °C 18 hr 60 min	1	0.049	0.048	13.4	14.1	1.2	3.3	5.5	2.8
	2	0.049		12.8			4.6		
	3	0.046		15.9			3.9		
	4	0.047		13.9			10.3		
	5	0.047		14.4			5.3		
40 °C 18 hr 90 min	1	0.063	0.062	12.3	11.1	1.0	6.1	5.8	2.3
	2	0.063		9.8			4.2		
	3	0.062		10.7			9.2		
	4	0.061		11.6			6.2		
	5	0.062		11.0			3.1		
50 °C 8 hr 45 min	1	0.068	0.069	12.3	12.6	1.2	9.4	10.8	1.7
	2	0.070		14.4			10.6		
	3	0.068		13.1			11.7		
	4	0.070		11.7			13.3		
	5	0.068		11.3			9.1		



ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
50 °C 8 hr 60 min	1	0.059	0.059	12.4	13.0	1.5	1.4	5.9	3.0
	2	0.060		11.8			9.6		
	3	0.060		11.6			5.2		
	4	0.058		15.1			7.3		
	5	0.057		14.0			5.8		
50 °C 8 hr 90 min	1	0.082	0.081	11.2	11.0	0.3	13.7	10.2	2.8
	2	0.081		10.7			6.1		
	3	0.081		11.4			11.3		
	4	0.082		10.7			10.1		
	5	0.081		10.9			9.9		
50 °C 10 hr 45 min	1	0.081	0.084	13.3	11.2	1.3	3.4	4.8	2.1
	2	0.084		10.5			6.5		
	3	0.083		11.2			7.7		
	4	0.086		10.5			3.2		
	5	0.087		10.3			3.3		
50 °C 10 hr 60 min	1	0.097	0.097	10.9	10.3	0.6	6.2	5.8	1.9
	2	0.098		10.4			8.9		
	3	0.096		9.4			5.3		
	4	0.093		10.4			4.5		
	5	0.099		10.2			4.2		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของ เมมเบรน	ตัว อย่าง ที่	ความ หนา (มม.)	ความ หนา เฉลี่ย (มม.)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง เฉลี่ย (MPa)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ การยืด	ร้อยละ การยืด เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
50 °C 10 hr 90 min	1	0.065	0.065	12.6	13.2	0.5	9.9	8.6	2.7
	2	0.066		12.9					
	3	0.066		13.0					
	4	0.065		13.8					
	5	0.065		13.7					
50 °C 12 hr 45 min	1	0.074	0.073	12.8	12.7	0.2	9.3	7.6	3.5
	2	0.073		12.5					
	3	0.072		12.9					
	4	0.072		12.8					
	5	0.072		12.3					
50 °C 12 hr 60 min	1	0.065	0.065	13.8	12.5	0.9	2.9	4.8	2.0
	2	0.065		11.5					
	3	0.064		12.9					
	4	0.064		12.7					
	5	0.066		11.7					
50 °C 12 hr 90 min	1	0.064	0.064	15.8	16.0	0.4	3.4	5.1	2.5
	2	0.064		16.2					
	3	0.065		16.6					
	4	0.066		15.7					
	5	0.063		15.6					

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
50 °C 14 hr 45 min	1	0.022	0.024	63.0	57.1	3.9	3.6	3.1	0.4
	2	0.023		52.5			2.6		
	3	0.026		58.2			3.1		
	4	0.025		55.0			2.9		
	5	0.025		56.8			3.1		
50 °C 14 hr 60 min	1	0.026	0.027	50.2	54.4	3.5	4.0	2.8	0.8
	2	0.025		52.3			2.3		
	3	0.027		53.4			2.3		
	4	0.028		58.2			3.1		
	5	0.028		57.7			2.1		
50 °C 14 hr 90 min	1	0.023	0.023	59.9	57.4	11.6	1.5	2.0	0.6
	2	0.023		60.9			1.8		
	3	0.024		37.3			1.5		
	4	0.022		67.3			2.7		
	5	0.022		61.7			2.5		
50 °C 16 hr 45 min	1	0.022	0.024	46.0	50.2	6.1	2.1	2.9	0.5
	2	0.027		42.5			2.9		
	3	0.024		57.7			3.1		
	4	0.022		51.1			3.3		
	5	0.025		53.9			3.1		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของ เมมเบรน	ตัว อย่าง ที่	ความ หนา (มม.)	ความ หนา เฉลี่ย (มม.)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง เฉลี่ย (MPa)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ การยืด	ร้อยละ การยืด เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
50 °C 16 hr 60 min	1	0.026	0.026	49.2	54.6	7.8	3.1	3.5	0.8
	2	0.023		50.8			2.7		
	3	0.025		61.2			4.1		
	4	0.027		47.0			2.9		
	5	0.027		64.7			4.5		
50 °C 16 hr 90 min	1	0.030	0.028	53.7	52.5	7.3	2.8	2.6	0.3
	2	0.026		54.9			2.7		
	3	0.024		58.3			2.8		
	4	0.032		39.8			2.0		
	5	0.026		56.1			2.5		
50 °C 18 hr 45 min	1	0.034	0.033	65.6	60.9	4.6	3.4	3.2	0.3
	2	0.031		56.1			2.6		
	3	0.034		56.1			3.2		
	4	0.035		62.4			3.4		
	5	0.031		64.2			3.3		
50 °C 18 hr 60 min	1	0.033	0.033	30.4	50.8	12.1	1.5	2.8	0.8
	2	0.034		60.8			3.8		
	3	0.032		55.1			2.8		
	4	0.033		58.1			3.1		
	5	0.033		49.7			2.8		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
50 °C 18 hr 90 min	1	0.023	0.026	30.8	53.4	15.0	1.4	2.6	0.9
	2	0.026		48.7			2.2		
	3	0.025		70.1			2.6		
	4	0.029		55.0			3.3		
	5	0.028		62.6			3.7		
60 °C 8 hr 45 min	1	0.036	0.035	51.4	47.6	4.9	3.7	3.5	0.2
	2	0.034		53.8			3.4		
	3	0.036		46.2			3.7		
	4	0.035		44.1			3.5		
	5	0.035		42.2			3.1		
60 °C 8 hr 60 min	1	0.031	0.030	51.5	41.3	12.2	2.6	2.5	0.8
	2	0.033		38.8			2.3		
	3	0.030		55.0			3.6		
	4	0.029		24.5			1.4		
	5	0.029		36.9			2.5		
60 °C 8 hr 90 min	1	0.026	0.026	56.3	60.1	5.8	3.0	3.9	0.5
	2	0.028		60.0			3.9		
	3	0.029		69.6			4.2		
	4	0.025		60.1			4.1		
	5	0.023		54.8			4.3		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
60 °C 10 hr 45 min	1	0.019	0.021	50.1	54.3	2.4	2.2	2.6	0.3
	2	0.019		56.2			2.3		
	3	0.023		55.0			2.9		
	4	0.024		55.3			2.7		
	5	0.021		55.0			2.9		
60 °C 10 hr 60 min	1	0.020	0.021	54.6	60.2	3.9	2.9	3.1	0.2
	2	0.020		65.5			3.2		
	3	0.023		59.3			3.0		
	4	0.023		60.7			3.4		
	5	0.021		60.8			3.2		
60 °C 10 hr 90 min	1	0.026	0.026	59.6	51.1	10.2	3.4	2.6	0.8
	2	0.024		62.5			2.7		
	3	0.026		50.6			3.1		
	4	0.027		45.2			2.2		
	5	0.026		37.9			1.5		
60 °C 12 hr 45 min	1	0.024	0.026	47.8	53.8	3.4	2.2	3.0	0.5
	2	0.027		56.4			3.2		
	3	0.022		54.1			3.0		
	4	0.028		55.7			3.4		
	5	0.030		54.7			3.3		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
60 °C 12 hr 60 min	1	0.032	0.031	52.1	51.8	4.5	3.4	3.5	0.7
	2	0.030		45.0			3.4		
	3	0.030		56.6			3.4		
	4	0.032		54.7			4.7		
	5	0.029		50.5			2.7		
60 °C 12 hr 90 min	1	0.025	0.025	49.0	56.4	5.5	2.2	3.0	0.6
	2	0.026		53.4			3.4		
	3	0.024		57.2			3.1		
	4	0.024		63.5			3.7		
	5	0.024		59.1			2.5		
60 °C 14 hr 45 min	1	0.024	0.025	50.5	56.2	4.7	2.6	3.2	0.5
	2	0.025		58.3			3.2		
	3	0.025		63.0			4.0		
	4	0.027		55.3			3.3		
	5	0.026		53.8			3.0		
60 °C 14 hr 60 min	1	0.034	0.032	55.5	56.1	2.5	3.2	3.3	0.3
	2	0.030		54.8			3.0		
	3	0.030		60.5			3.2		
	4	0.033		55.3			3.1		
	5	0.032		54.5			3.8		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
60 °C 14 hr 90 min	1	0.032	0.031	50.4	51.3	1.7	3.0	3.3	0.3
	2	0.030		50.3			3.5		
	3	0.030		53.2			3.7		
	4	0.031		49.4			3.0		
	5	0.032		53.1			3.1		
60 °C 16 hr 45 min	1	0.024	0.023	59.8	57.7	3.0	3.0	3.1	0.5
	2	0.026		59.5			3.9		
	3	0.022		53.2			2.7		
	4	0.022		56.0			3.1		
	5	0.023		59.9			2.9		
60 °C 16 hr 60 min	1	0.020	0.022	56.6	55.4	5.8	3.2	3.0	0.4
	2	0.023		63.1			3.2		
	3	0.019		47.4			2.5		
	4	0.022		57.2			3.3		
	5	0.024		52.7			2.6		
60 °C 16 hr 90 min	1	0.021	0.020	54.2	63.1	6.4	2.9	3.1	0.3
	2	0.020		68.6			3.4		
	3	0.019		65.1			3.4		
	4	0.020		68.6			3.2		
	5	0.021		58.8			2.8		



ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

ชนิดของ เมมเบรน	ตัว อย่าง ที่	ความ หนา (มม.)	ความ หนา เฉลี่ย (มม.)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถ ทนต่อแรงดึง เฉลี่ย (MPa)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ การยืด	ร้อยละ การยืด เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
60 °C 18 hr 45 min	1	0.030	0.028	61.3	60.1	3.5	3.6	3.8	0.2
	2	0.029		62.9			3.9		
	3	0.028		62.9			4.0		
	4	0.028		58.4			4.0		
	5	0.026		54.8			3.7		
60 °C 18 hr 60 min	1	0.026	0.025	46.9	51.5	4.6	2.5	3.4	0.6
	2	0.022		47.4			3.8		
	3	0.023		52.5			3.4		
	4	0.028		52.4			4.0		
	5	0.027		58.3			3.3		
60 °C 18 hr 90 min	1	0.041	0.040	51.1	49.6	3.6	3.4	3.0	0.4
	2	0.039		53.7			3.1		
	3	0.039		51.5			3.3		
	4	0.039		45.3			2.5		
	5	0.041		46.5			2.9		

ตารางที่ ก. 2 ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนซัลโฟเนตคอปอลิซัลโฟน

ชนิดของเมมเบรน	ตัวอย่างที่	ความหนา (มม.)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)	ความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)	ความสามารถทนต่อแรงดึงเฉลี่ย (MPa)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละการยืด	ร้อยละการยืดเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
50°C 8h 60 min	1	0.027	0.026	38.6	41.9	5.4	4.0	3.7	0.5
	2	0.026		37.0			3.0		
	3	0.026		39.5			3.5		
	4	0.026		50.3			4.1		
	5	0.027		44.3			4.0		
50°C 18h 60 min	1	0.016	0.016	37.1	34.6	2.9	2.0	2.6	0.7
	2	0.017		35.3			3.3		
	3	0.015		36.8			3.4		
	4	0.015		34.2			2.7		
	5	0.015		29.9			1.8		
60°C 8h 60 min	1	0.021	0.022	19.7	34.5	8.7	1.1	3.3	1.5
	2	0.021		33.7			2.8		
	3	0.022		40.7			3.2		
	4	0.024		39.9			4.1		
	5	0.024		38.3			5.1		
60°C 18h 60 min	1	0.024	0.021	23.5	30.8	6.7	1.8	2.4	0.8
	2	0.021		24.0			1.4		
	3	0.018		37.3			2.9		
	4	0.020		36.5			3.1		
	5	0.021		32.9			2.9		

## 2. ค่าแฟกเตอร์การแยก

ตารางที่ ก. 3 ค่าแฟกเตอร์การแยกของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

membrane	cip (ppm)	cjp (ppm)	cif (ppm)	cjf (ppm)	ค่าแฟกเตอร์ การแยก	ค่าแฟกเตอร์ การแยกเฉลี่ย	SD
40 °C 8h	999,999.9123	0.0877	999,990	10	114.07	114	0.1
	999,999.9125	0.0875	999,990	10	114.28		
	999,999.9125	0.0875	999,990	10	114.28		
40 °C 18h	999,999.9098	0.0902	999,990	10	110.89	111	0.5
	999,999.9103	0.0536	999,990	10	111.51		
	999,999.9107	0.0534	999,990	10	111.93		
50 °C 8h	999,999.9859	0.0141	999,990	10	711.55	1,470	673
	999,999.9950	0.0050	999,990	10	1,992.35		
	999,999.9941	0.0059	999,990	10	1,707.73		
50 °C 10h	999,999.9977	0.0023	999,990	10	4,269.33	3,775	476
	999,999.9973	0.0027	999,990	10	3,735.66		
	999,999.9970	0.0030	999,990	10	3,320.59		
50 °C 12h	999,999.9915	0.0085	999,990	10	1,171.97	1,375	610
	999,999.9951	0.0049	999,990	10	2,061.06		
	999,999.9888	0.0112	999,990	10	892.10		
50 °C 14h	999,999.9987	0.0013	999,990	10	7,471.32	6,032	1,821
	999,999.9975	0.0025	999,990	10	3,984.71		
	999,999.9985	0.0015	999,990	10	6,641.18		
50 °C 16h	999,999.9968	0.0032	999,990	10	3,145.82	2,864	274
	999,999.9965	0.0035	999,990	10	2,846.22		
	999,999.9962	0.0038	999,990	10	2,598.72		
50 °C 18h	999,999.9973	0.0027	999,990	10	3,753.66	3,539	341
	999,999.9968	0.0032	999,990	10	3,145.82		
	999,999.9973	0.0027	999,990	10	3,735.66		
60 °C 8h	999,999.9935	0.0065	999,990	10	1,533	-	-
60 °C 18h	999,999.38	0.0062	999,990	10	1,615	-	-

ตารางที่ ก. 4 ค่าแฟกเตอร์การแยกของเมมเบรนซัลโฟเนเตดพอลิซัลโฟน

เมมเบรน	cip (ppm)	cjp (ppm)	cif (ppm)	cjf (ppm)	ค่าแฟกเตอร์ การแยก
50 °C 8h	999,996.8513	3.1487	999,990	10	3.18
50 °C 18h	999,996.8981	3.1019	999,990	10	3.22
60 °C 8h	999,997.0403	2.9597	999,990	10	3.38
60 °C 18h	999,997.0002	2.9998	999,990	10	3.33

### 3. ค่าฟลักซ์

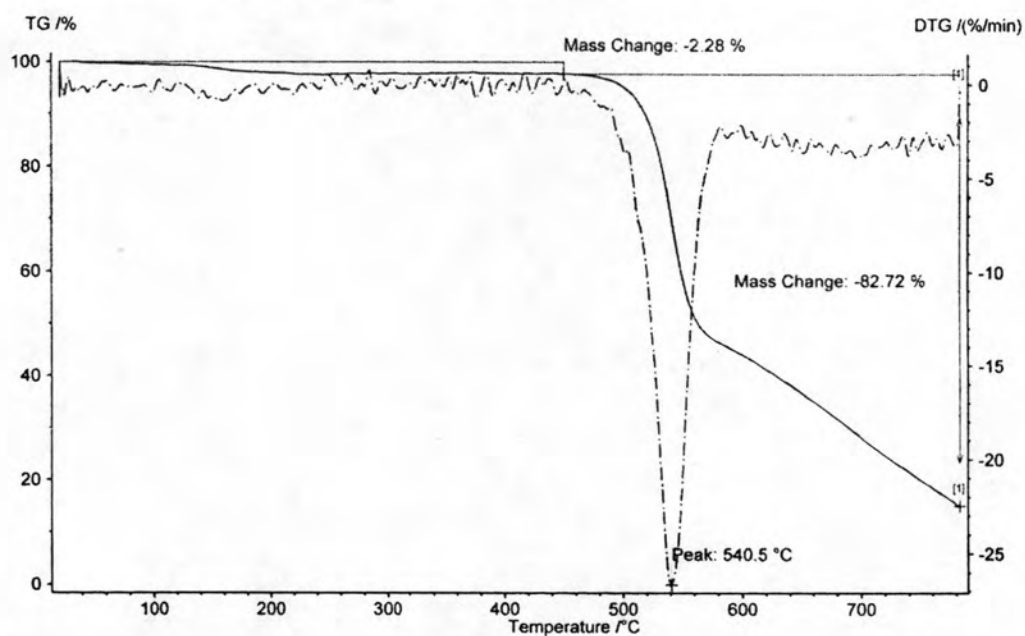
ตารางที่ ก. 5 ค่าฟลักซ์ของเมมเบรนพอลิซัลโฟน

เมมเบรน	ค่าฟลักซ์ (ลิตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง)
40 °C 8h 1h	1.8
40 °C 18h 1h	1.8
50 °C 8h 1h	0.3
50 °C 10h 1h	0.9
50 °C 12h 1h	0.9
50 °C 14h 1h	0.9
50 °C 16h 1h	0.9
50 °C 18h 1h	0.9
60 °C 8h 1h	0.3
60 °C 18h 1h	0.3

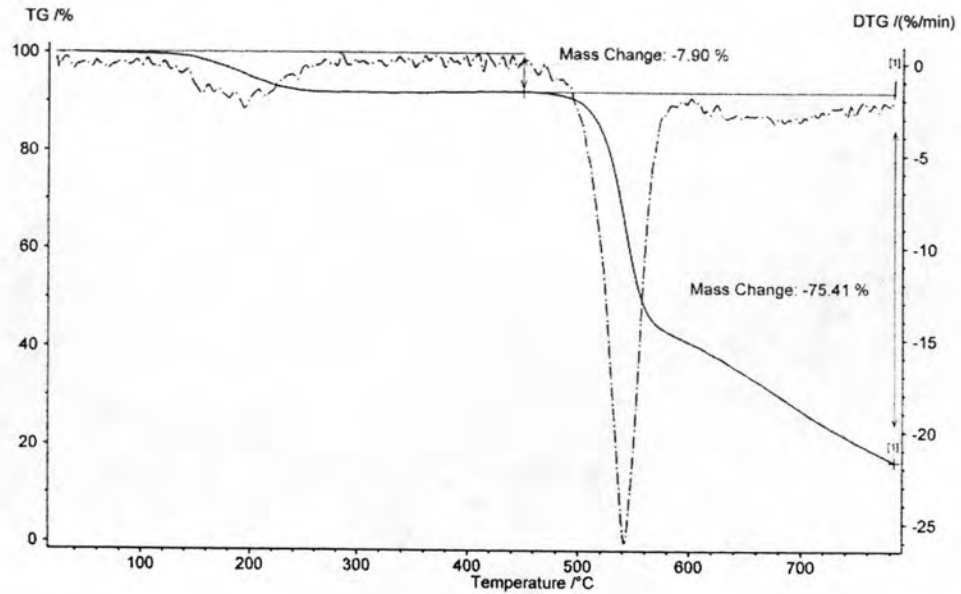
ตารางที่ ก. 6 ค่าฟลักซ์ของเมมเบรนซัลโฟเนตพอลิซัลโฟน

เมมเบรน	ค่าฟลักซ์ (ลิตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง)
50 °C 8h 1h	10.6
50 °C 18h 1h	8.8
60 °C 8h 1h	9.7
60 °C 18h 1h	8.8

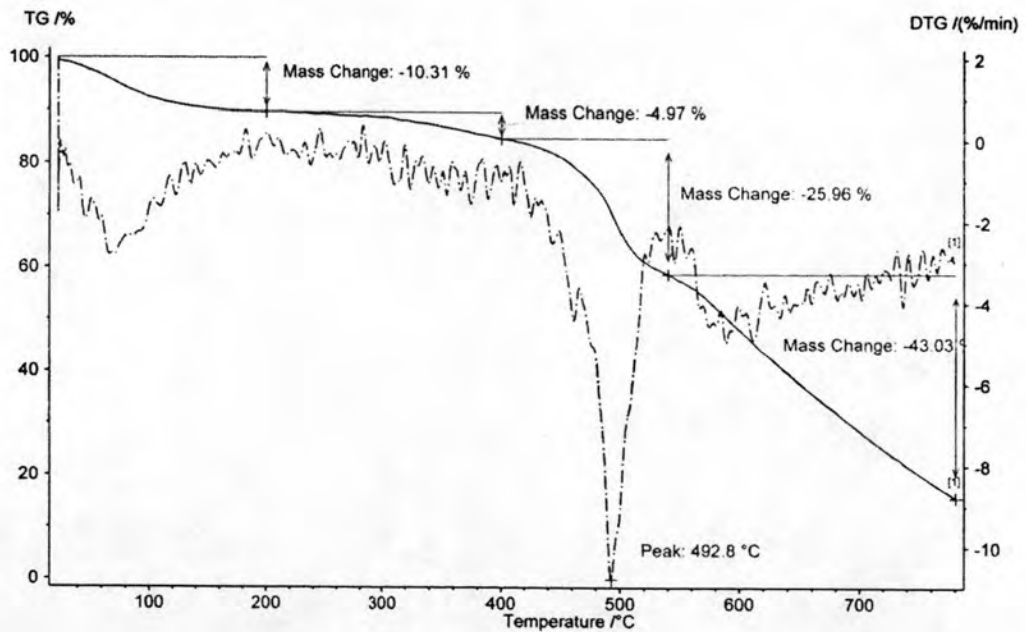
#### 4. อุณหภูมิการสลายตัวของเมมเบรน



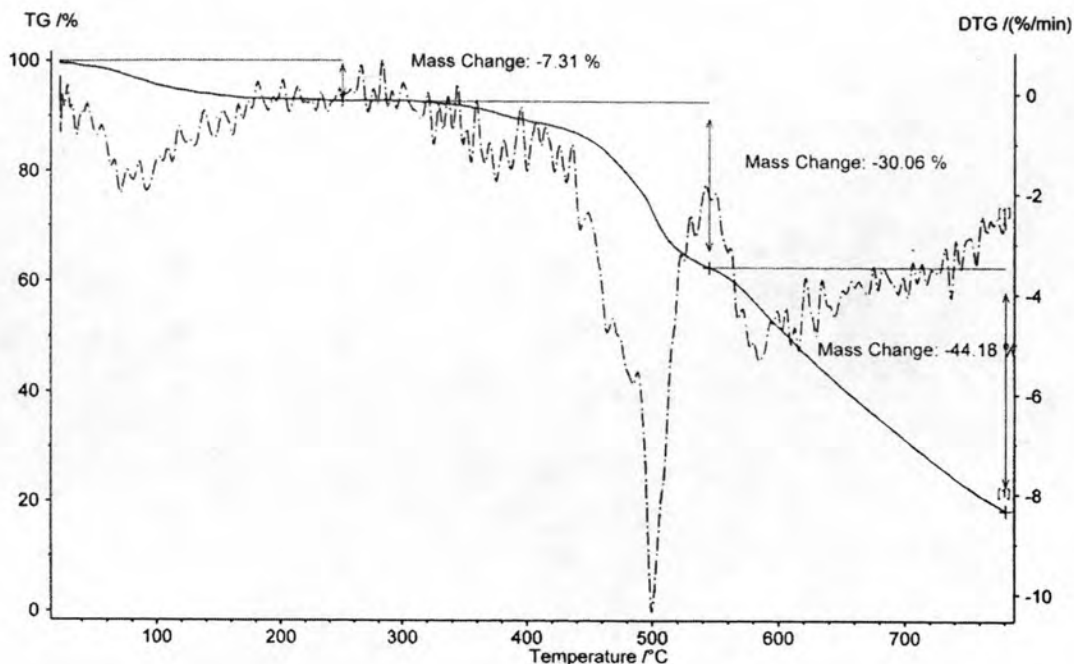
รูปที่ ก.1 อุณหภูมิการสลายตัวของเมมเบรนพอลิซัลโฟนที่ระเหยตัวทำละลายบางส่วนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง เวลาที่ทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวในอ่างน้ำ 1 ชั่วโมง



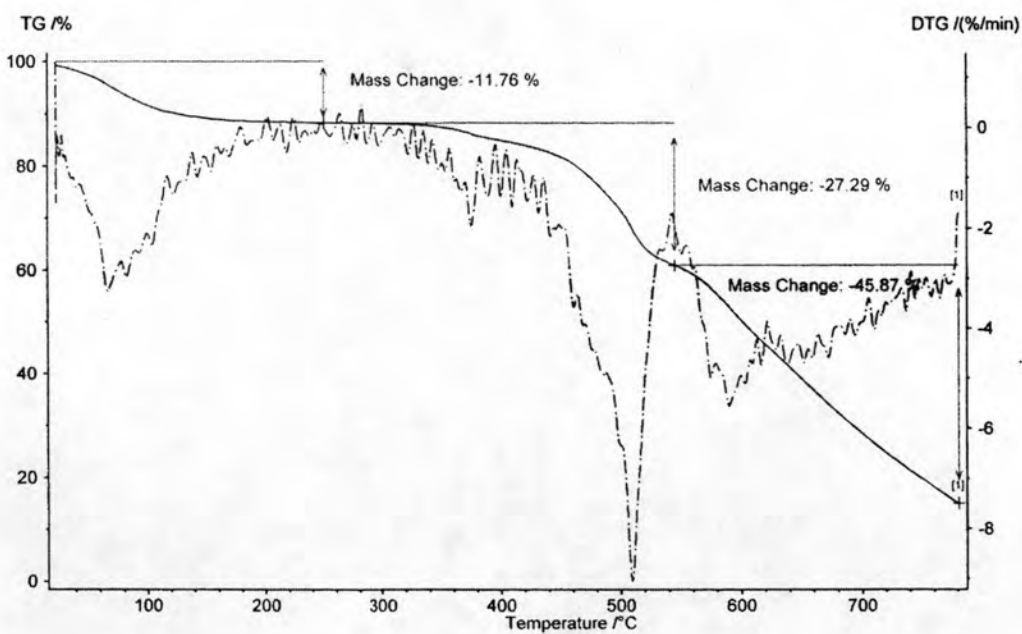
รูปที่ ก.2 อุณหภูมิการสลายตัวของเมมเบรนพอลิซัลโฟนที่ระเหยตัวทำละลายบางส่วนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง เวลาที่ทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวในอ่างน้ำ 1 ชั่วโมง



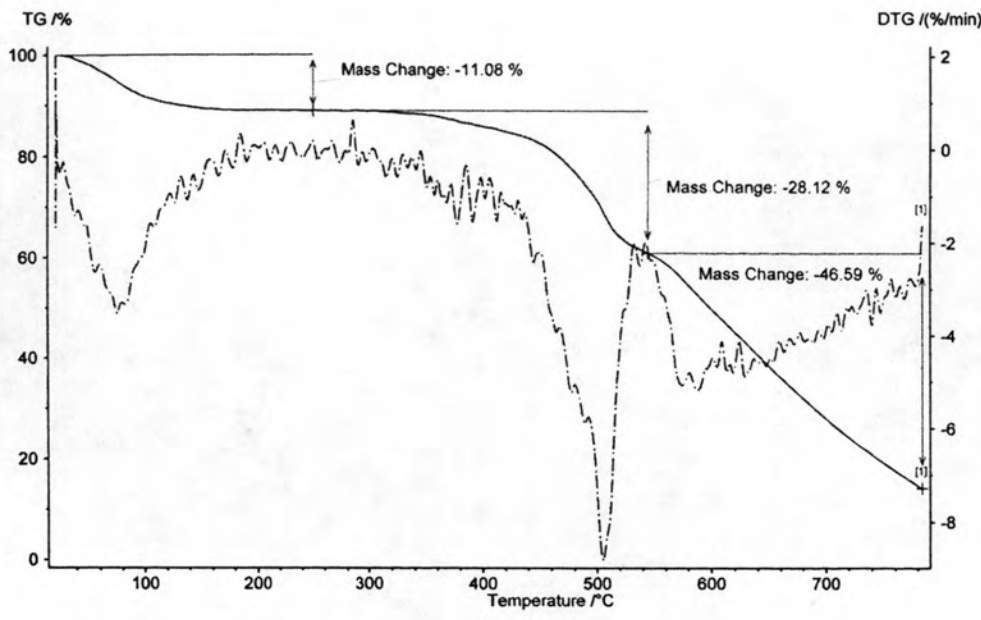
รูปที่ ก.3 อุณหภูมิการสลายตัวของเมมเบรนซัลโฟเนตพอลิซัลโฟนที่ระเหยตัวทำละลายบางส่วนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง เวลาที่ทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวในอ่างน้ำ 1 ชั่วโมง



รูปที่ ก.4 อุณหภูมิการสลายตัวของเมมเบรนซัลฟอนเตดพอลิซัลโฟนที่ระเหยตัวทำละลายบางส่วน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง เวลาที่ทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวในอ่างน้ำ 1 ชั่วโมง



รูปที่ ก.5 อุณหภูมิการสลายตัวของเมมเบรนซัลฟอนเตดพอลิซัลโฟนที่ระเหยตัวทำละลายบางส่วน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง เวลาที่ทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวในอ่างน้ำ 1 ชั่วโมง



รูปที่ ก.6 อุณหภูมิการสลายตัวของเมมเบรนซิลฟอนเตคพอลิซัลโฟนที่ระเหยตัวทำละลายบางส่วน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง เวลาที่ทำให้พอลิเมอร์แข็งตัวในอ่างน้ำ 1 ชั่วโมง



## ภาคผนวก ข

## ตัวอย่างการคำนวณ

## 1. ค่าแฟกเตอร์การแยก

$$c_{ip} = 999,999.9859 \text{ พีพีเอ็ม}$$

$$c_{jp} = 0.0141 \text{ พีพีเอ็ม}$$

$$c_{if} = 999,990 \text{ พีพีเอ็ม}$$

$$c_{jf} = 10 \text{ พีพีเอ็ม}$$

$$\alpha_{i/j} = \frac{c_{ip}/c_{jp}}{c_{if}/c_{jf}}$$

$$\alpha_{i/j} = \frac{999,999.9859 / 0.0141}{999,990 / 10}$$

$$\alpha_{i/j} = 712$$

## 2. ค่าฟลักซ์

$$Q = 0.001 \text{ ลิตร/ชั่วโมง}$$

$$A = 0.00113 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ฟลักซ์} = Q/A$$

$$\text{ฟลักซ์} = 0.001/0.00113$$

$$\text{ฟลักซ์} = 0.9 \text{ ลิตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง}$$

## 3. ค่าดัชนีการแยก

$$\text{ค่าแฟกเตอร์การแยก} = 712$$

$$\text{ค่าฟลักซ์} = 0.9 \text{ ลิตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง}$$

$$\text{ค่าดัชนีการแยก} = \text{ค่าแฟกเตอร์การแยก} \times \text{ค่าฟลักซ์}$$

$$\text{ค่าดัชนีการแยก} = 712 \times 0.9$$

$$= 641$$

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธนวรรณ บุญยศักดิ์เสรี เกิดเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2525 จบการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี ในปีการศึกษา 2546 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีเทคนิค ในปี 2547 จนสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2549