

รายการอ้างอิง

1. LeBlanc, R. B. The history of flammability and flame resistance. AATCC Review 1 (2001): 27-31.
2. สิริรัตน์ จารุจินดา. สิ่งทอทนไฟ. การพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยกลยุทธ์การวิจัย. ศูนย์วิจัยและทดสอบสิ่งทอ, ภาควิชาวัสดุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2544): 1-8.
3. Esch, G. J. Flame retardants: a general introduction. World Health Organization, Geneva, 1997.
4. สิริรัตน์ จารุจินดา. เกาะติดสถานการณ์ความเคลื่อนไหวของกฎข้อบังคับเพื่อความปลอดภัยจากอัคคีภัยของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ. Colourway 8 (2003): 32-35.
5. Thiry, M. C. The war on textile flammability. AATCC Review 1 (2001): 20-25.
6. กองบังคับการตำรวจดับเพลิง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. สถิติเพลิงไหม้ในเขตกรุงเทพมหานคร. 2530-2544.
7. ภาวดี เมระคานนท์. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไคติน-ไคโตซาน. บทความวิชาการศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (2543): 69-75.
8. จิราภรณ์ เขาวลิตสุขุมาวาสี. ไคติน-ไคโตซานสารมหัศจรรย์จากธรรมชาติ. วารสารเพื่อการส่งเสริมการวิเคราะห์วิจัยทางวิทยาศาสตร์ของไทย ฉบับที่ 2 (2544): 12-18.
9. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. วิทยาศาสตร์เส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 1, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
10. งานวิเคราะห์วิจัยเคมีสิ่งทอ. การผลิตและสมบัติของเส้นใยฝ้ายและวิสโคส. กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2540.
11. Dorothy, L. S. Modern textiles. New York : Chapman&Hall, 1976.
12. สุนันทา อิศวสุวรรณ. การเชื่อมขวางไคโตซาน. ภาควิชาวัสดุศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2542): 4.
13. Chitin-chitosan technical note. บทความวิชาการศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (2544): 1-7.
14. Park, H. P. Hydrogel and Biodegradable Polymers for Bioapplication. American Chemical Society. Washington D.C., (1996): 69-75.

15. Vauthier, C. Handbook of Pharmaceutical Controlled. Newyork : Dekker.inc, 2000.
16. นันทยา ขานูเมศ. การตกแต่งสิ่งทอ. กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2540.
17. Carty, P., and Byrne, M. S. The chemical and mechanical finishing of textile materials. England, 1987.
18. Ebdon, I. R., and Jones, M. S. Joseph C. Salamone Polymeric Material Encyclopedia of Chemical Technology. Vol.4, Boca Raton : CRC Press, 1996.
19. Kandola, B. K.; Horrocks, A. R.; and Culeman, G. V. Journal of Macro Molecular Science, Reviews in Macro Molecular Chemistry and Physics. C36(9) (1996): 742-778.
20. Carr, C. M. Chemistry of the textiles industry. New York : Chapman&Hall, 1995.
21. Gachter, R., and Muller, H. Plastic additives handbook. New York : Hanser, 1997.
22. Cotton Technical Brief. Flame Resistant Cotton Fabrics. New York, 1982.
23. Kandola, B. K., and Horrocks, A. R. Polymer Degradation and Stability 54 (1996): 289-303.
24. Tomasino, C. Chemistry and Technology of Fabrics Preparation and Finishing. USA, 1992.
25. Wilkie, C. A. Fire properties of future material candidates[online].2000. Available from: <http://book.nap.edu/books/0309053366/gifmid/115-128.gif>
26. Aenishanslin, R.; Gutp, C.; Hofmann, P.; Maeder A.; and Nahbur, H. Textile Research Journal 40 (1969): 375-381.
27. Horrocks, A. R. Review Progress Coloration 16 (1986): 62-76.
28. Katsuura, K., and Inagaki, N. Textile Research Journal 29 (1975): 103-107.
29. Aenishanslin, R.; Gutp, C.; Hofmann, P.; Maeder, A.; and Nahbur, H. Textile Research Journal 40 (1969): 375-381.

30. Su, Y. C.; Wang, I. C.; and Chen, H. T. Preparation of specialty paper-Flame resistant and rust proof papers[online] 2000. Available from: <http://tri.gov.tw/publish/144-3e.htm>
31. ศานติ กุลศิริสวัสดิ์ และ เสริมรัฐ เหล่าธรรมทัศน์, การศึกษาพฤติกรรมการลุกไหม้ของไฟบนผ้าฝ้ายที่ตกแต่งการทอด้วยกรดฟอสฟอริก, ภาควิชาวัสดุศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
32. Tesoro, G. C.; Sello, S. B.; and Willard, J. J. Textile Research Journal 38 (1968): 180-190.
33. Willard, J. J., and Wondra, R. E. Textile Research Journal 40 (1970): 203-210.
34. Pandya, H. B., and Bhagwat, M. M. Textile Research Journal 51 (1981): 5-8.
35. Price D.; Horrocks A. R.; and Akalin, M. British Polymers Journal 20 (1988): 61-67.
36. Cullis, C. F.; Hirschler, M. M.; and Madden, R. G. Journal of Polymer Engineering 28 (1992): 493-497.
37. Basak, R. K.; Saha, S. G.; Sarkar, A. K.; Das, N. N.; and Mukherjee, A. K. Textile Research Journal 63 (1993): 658-666.
38. Nakanishi, S.; Morikawa, J.; and Hashimoto, T. Textile Research Journal 69(1999): 208-213.
39. Nakanishi, S.; Morikawa, J.; and Hashimoto, T. Textile Research Journal 71 (1999): 975-987.
40. Hebeish, A., and Waly, A. Fire and Materials 23 (1999): 117-123.
41. Horrocks A. R.; Wang, M. Y.; Hall, M. E.; Sunmonu, F.; and Pearson, J. S. Polymer International 49 (2000): 1079-7091.
42. Nakanishi, S.; Masuko, F.; Hori, K.; and Hashimoto, T. Textile Research Journal 70 (2000): 574-583.
43. Xu, J. Z., and Tian, C. M. Journal of Fire Science 20 (2002): 227-235.
44. Davies D., and Horrocks A. R. Journal of Applied Polymer Science 31 (1986): 1655-1662.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

พฤติกรรมและอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟของผ้าฝ้ายแนว 45 องศา

ก.1 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟ

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	0.84	0.86
2	0.83	0.85
3	0.84	0.87
เฉลี่ย	0.84	0.86

ก.2 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยกรดฟอสฟอริก

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	n.d.	0.82
2	n.d.	0.83
3	n.d.	0.81
เฉลี่ย	n.d.	0.82

- ก.3 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยโคโทซาน

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	0.76	0.81
2	0.82	0.81
3	0.77	0.82
เฉลี่ย	0.78	0.81

- ก.4 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยกรดฟอสฟอริกและโคโทซาน

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	0.65
2	n.d.	0.63
3	n.d.	0.64
เฉลี่ย	n.d.	0.63

- ก.5 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยกรดฟอสฟอริกและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 25 %

ครั้งที่ 1	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	0.59
2	n.d.	0.61
3	n.d.	0.62
เฉลี่ย	n.d.	0.60

- ก.6 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยกรดฟอสฟอริกและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 50 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	n.d.	0.47
2	n.d.	0.49
3	n.d.	0.45
เฉลี่ย	n.d.	0.47

- ก.7 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยกรดฟอสฟอริกและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 75 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	n.d.	0.45
2	n.d.	0.44
3	n.d.	0.46
เฉลี่ย	n.d.	0.45

- ก.8 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยกรดฟอสฟอริกและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 100 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	n.d.	0.46
2	n.d.	0.47
3	n.d.	0.48
เฉลี่ย	n.d.	0.47

ก.9 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัส

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	0.35	0.82
2	0.35	0.80
3	0.36	0.84
เฉลี่ย	0.35	0.82

ก.10 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยโคโทซาน

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	0.74	0.81
2	0.73	0.80
3	0.73	0.82
เฉลี่ย	0.73	0.81

ก.11 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซาน

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	0.35	0.39
2	0.36	0.41
3	0.34	0.39
เฉลี่ย	0.35	0.40

- ก.12 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 25 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	0.36	0.42
2	0.36	0.40
3	0.35	0.40
เฉลี่ย	0.36	0.39

- ก.13 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 50 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	0.33	0.35
2	0.29	0.36
3	0.34	0.37
เฉลี่ย	0.32	0.36

- ก.14 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 75 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก	หลังซัก
1	0.33	0.35
2	0.32	0.37
3	0.32	0.38
เฉลี่ย	0.32	0.37

- ก.15 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 100 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	0.36	0.41
2	0.35	0.38
3	0.34	0.37
เฉลี่ย	0.35	0.39

- ก.16 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยสารหน่วงไฟทางการค้าระบบ 1

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d	0.30
2	n.d	0.31
3	n.d	0.30
เฉลี่ย	n.d	0.30

- ก.17 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนว 45 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยสารหน่วงไฟทางการค้าระบบ 2

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d	0.24
2	n.d	0.24
3	n.d	0.23
เฉลี่ย	n.d	0.24

พฤติกรรมและอัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟของผ้าฝ้ายแนวตั้ง 90 องศา

- ก.18 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟ

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก
1	0.12
2	0.12
3	0.12
เฉลี่ย	0.12

- ก.19 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัส

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec)
	ก่อนซัก
1	n.d.
2	n.d.
3	n.d.
เฉลี่ย	n.d.

- ก.20 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยโคโทซาน

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก
1	0.12
2	0.12
3	0.11
เฉลี่ย	0.12

- ก.21 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซาน

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	0.11
2	n.d.	0.11
3	n.d.	0.10
เฉลี่ย	n.d.	0.11

- ก.22 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 25 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	0.10
2	n.d.	0.10
3	n.d.	0.10
เฉลี่ย	n.d.	0.10

ก.23 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 50 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	0.10
2	n.d.	0.10
3	n.d.	0.10
เฉลี่ย	n.d.	0.10

ก.24 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 75 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	0.10
2	n.d.	0.10
3	n.d.	0.10
เฉลี่ย	n.d.	0.10

ก.25 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยพอลิฟอสฟอรัสและโคโทซานที่มีสารเชื่อมขวาง 100 %

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	0.11
2	n.d.	0.11
3	n.d.	0.11
เฉลี่ย	n.d.	0.11

ก.26 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยสารหน่วงไฟทางการค้าระบบ 1

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	n.d.
2	n.d.	n.d.
3	n.d.	n.d.
เฉลี่ย	n.d.	n.d.

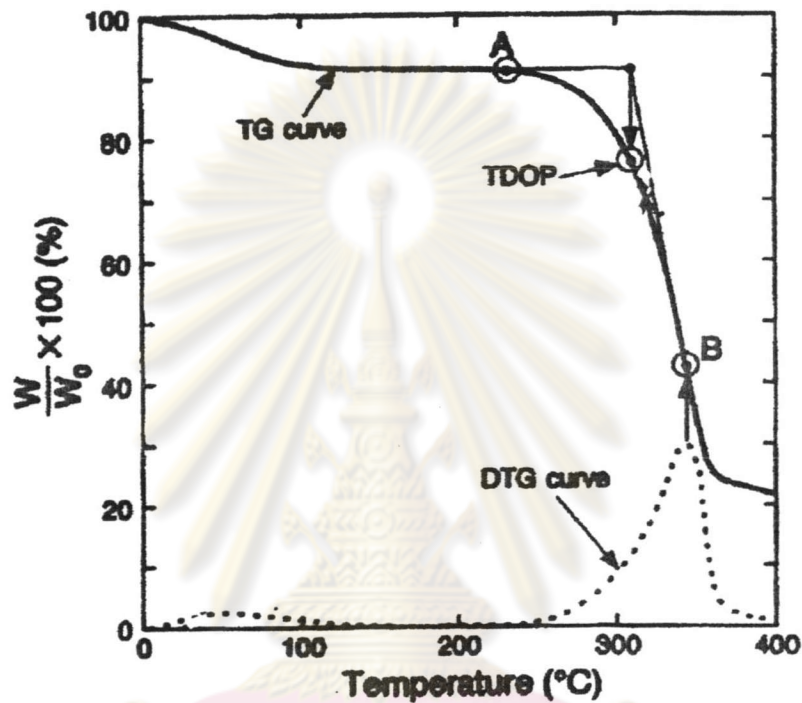
ก.27 อัตราเร็วในการลุกลามของเปลวไฟแนวตั้ง 90 องศาของผ้าฝ้ายที่ผ่านการตกแต่ง
 หน่วงไฟด้วยสารหน่วงไฟทางการค้าระบบ 2

ครั้งที่	Flame spread rate (cm/sec) ก่อนซัก	Flame spread rate (cm/sec) หลังซัก
1	n.d.	n.d.
2	n.d.	n.d.
3	n.d.	n.d.
เฉลี่ย	n.d.	n.d.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วิธีการหาอุณหภูมิการสลายตัวเริ่มต้น (Thermal Degradation Onset Point,TDOP) และ
อุณหภูมิที่มีอัตราการสลายตัวมากที่สุด (Maximum Degradation RatePoint,MDRP)



รูป ข วิธีการหาอุณหภูมิการสลายตัวเริ่มต้น (Thermal Degradation Onset Point,TDOP) และ
อุณหภูมิที่มีอัตราการสลายตัวมากที่สุด (Maximum Degradation RatePoint,MDRP) บน
กราฟ TGA ที่แสดงร่วมกับกราฟ DTG

จากรูป ข อุณหภูมิการสลายตัวเริ่มต้น (Thermal Degradation Onset Point,TDOP)
จะแสดงด้วยจุดที่เกิดจากการลากเส้นจากเส้นสัมผัสของจุด B ขึ้นไปตัดกับเส้นสัมผัสของจุด A
ซึ่งเป็น initial state ของกราฟ TG และพีคที่สูงที่สุด (B) ของ Differential Thermogravimetric
(DTG) curve จะแสดงอุณหภูมิที่มีอัตราการสลายตัวมากที่สุด (Maximum Degradation Rate
Point,MDRP)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฐิติพร โมวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2524 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ จากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2543 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นของปีการศึกษา 2544 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลายของปีการศึกษา 2545 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย