

## รายการอ้างอิง

ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์. 2525. โพลีไวนิลแอลกอฮอล์. ใน เคมีโพลิเมอร์พื้นฐาน , หน้า 112-118

กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แพรวพิตยา.

Argena, C. P. and Czerwin, E. P. 1968. Polyvinyl Alcohol in R. L. Davidson,(ed) Water - Soluble Resins . p. 109-130. New York : Reinhold

Belyatskaya, O. N., Bulatnikooa, L. I. and Bykooa, L. V. 1996. Influence of the Temperature and Time Conditions on the Modification of Polyvinyl alcohol. International Polymer Science and Technology . 23 : 72-75

Cheng, F., Li, G., Feng, J. and Zhang, J. 1996. Characteristics of Carboxymethylcellulose Synthesized in Two-Phase Medium  $C_6H_5-C_2H_5OH$ . I. Distribution of Substituent Groups in the Anhydroglucose Unit. Journal of Applied Polymer Science . 61 : 1831-1838

Ching, C., Kaplan, D. L. and Thomas, E. L. 1993. Biodegradable Polymers and Packaging . p.8-15. Lancaster : Technomic

Coran, A. Y. 1997. Compatibilization of Polymer Blends. Conference on Polymer Blends Toward 2000 . 1-43

Davidson, R. L. 1980. Handbook of Water-Soluble Gums and Applications . p.4.1-4.23. New York : McGraw Hill

Davidson, R. L. 1980. Handbook of Water-Soluble Gums and Applications . p. 20.0-20.27. New York : McGraw Hill

Feddersen, R. L. and Thorp, S. N. 1993. Sodium Carboxymethyl Cellulose. In R.

L. Whister and J. N. Bemiller,(eds) Industrial Gum Polysaccharides and Their Derivatives . p. 542-547. New York : Academic

Finch, C. A. (ed.). 1973. Polyvinyl alcohol Properties and Applications. p. 339-388.

Luton : A Wiley-Interscience

Glickmans, M. 1969. Gum Technology in the Food Industry. p. 412-421.

New York : Academic

Glenn, I., Klug, S. and Klug, S. 1980. Carboxymethylcellulose. In R. L. Davidson, (ed.)

Handbook of Water-Soluble Gums and Resins. p. 4.1-4.24. New York :

McGraw-Hill

Hodge, R. M., Edward, G. H. and Simon, G. P. 1996. Water Absorption and States of Water

in Semicrystalline Poly(vinyl alcohol) Films. Polymer. 37 : 1371-1376

Hunt, B. J. and James, M. I. (ed.) 1993. Polymer Characterisation. p. 45-58

New York : Chapman & Hall

Kim, J. H., Kim, J. Y., Lee, Y. M. and Kim, K. Y. 1992. Properties and Swelling

Characteristics of Cross-Linked Poly ( vinyl alcohol ) / Chitosan Blend

Membrane. Journal of Applied Polymer Science. 45 : 1711-1717

Kondo, T., Sawatari, C., Manly, R. St. J. and Gray, D. G. 1994. Characterization of

Hydrogen Bond in Cellulose-Synthetic Polymer Blend Systems with

Regioselectively Substitued Methyl. Macromolecules. 27 : 210-215

Kulicket, W. M., Kull, A. H. and Tuelking, W. 1996 . Characterization of Aqueous

Carboxymethylcellulose Solutions in terms of their Molecular Structure and its

Influence on Rheological Behavior. Polymer. 37 : 2723-2731

Lim, L. Y. and Wan, S. C. 1995. Combined Effect of Heat Treatment and Plasticizer

on Polyvinyl alcohol Films. Drug Development and Industrial Pharmacy.

21 : 369-373

- Matsuo, M., Kawase, M., Sugiura, Y., Takematsu, S. and Hara, C. 1993. Phase Separation Behavior of Poly (vinyl alcohol) Solutions in Relation to the Drawability of Films Prepared from the Solutions. Macromolecules, 26 : 4461-4471
- Meyer, J. M. and Kaplan, D. L. 1994 . Biodegradable Materials : Balancing Degradability and Performance. Trends in Polymer Science, 2 : 227-235
- Miya, M. and Iwamoto, R. 1984. FT-IR Study of Intermolecular Interactions in Polymer Blends. Journal of Polymer Science, 22 : 1149-1151
- Modi, T. W. 1980. Polyvinyl Alcohol. In R. L. Davidson, (ed.) Handbook of Water-Soluble Gums and Resins, p. 20.2-20.32. New York : McGraw-Hill
- Schartel, B., Wendling, J. and Wendorff, J.H. 1996 . Cellulose / Poly (vinyl alcohol) Blends  
1. Influence of Miscibility and Water Content on Relaxations. Macromolecules, 29 : 1521-1527
- Schartel, B., Wendling, J. and Wendorff, J.H. 1996 . Cellulose / Poly (vinyl alcohol) Blends  
2. Water Organization Revealed by Solid-State NMR Spectroscopy. Macromolecules, 29 : 1528-1534
- Timmins, M. R. and Lenze, R. W. 1996 . Enzymatic Biodegradation of Polymers. trends in Polymer Science, 2 : 15-19
- Toyoshima, K. 1973. General Properties of Polyvinyl Alcohol in Relation to its Applications. In C. A. Finch, (ed.) Polyvinyl Alcohol Properties and Applications, p. 17-62. Luton : Wiley Interscience
- Toyoshima, K. 1973. Properties of Polyvinyl Alcohol Films. In C. A. Finch, (ed.) Polyvinyl Alcohol Properties and Applications, p. 339-388. Luton : Wiley Interscience
- Trzndel, M. 1995. Biodegradable Polymer Materials. International Polymer Science and Technology, 22 : 58-65

## ภาคผนวก ก

### คำศัพท์ในวิทยานิพนธ์

|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Alcoholysis                    | การเกิดแอลกอฮอล์                 |
| Anionic                        | ประจุลบ                          |
| Biodegradable polymer          | พอลิเมอร์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ |
| Casting technique              | ขึ้นรูปแบบหล่อแบบ                |
| Carboxymethylcellulose ( CMC ) | คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส           |
| Cellulose                      | เซลลูโลส                         |
| Cellulosic derivatives         | อนุพันธ์ของเซลลูโลส              |
| Chitin                         | ไคติน                            |
| Chitosan                       | ไคโตแซน                          |
| Crosslinking agent             | สารช่วยให้เกิดโครงร่างตาข่าย     |
| Degree of substitution ( DS )  | ดีกรีการแทนที่                   |
| Density                        | ความหนาแน่น                      |
| Disperse                       | กระจาย                           |
| Elongation                     | การยืดตัว                        |
| Etherification                 | การทำให้เป็นอีเทอร์              |
| Fiber                          | เส้นใย                           |
| Gel                            | เจล                              |
| Gellation                      | การเกิดเจล                       |
| Heat treatment                 | การอบด้วยความร้อน                |
| Hydrogen bond                  | พันธะไฮโดรเจน                    |
| Hydroxyl group                 | หมู่ไฮดรอกซิล                    |

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| Hydrophilic            | ชอบน้ำ                |
| Melamine-formaldehyde  | เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ |
| Methylcellulose        | เมทิลเซลลูโลส         |
| Morphology             | สัณฐานวิทยา           |
| Moiture content        | ปริมาณความชื้น        |
| Natural polymers       | พอลิเมอร์ธรรมชาติ     |
| Nonionic               | ไร้ประจุ              |
| %                      | เปอร์เซ็นต์ , ร้อยละ  |
| pH                     | ความเป็นกรด-ด่าง      |
| Plasticizer            | สารพลาสติกไซเซอร์     |
| Polyamide              | พอลิเอไมด์            |
| Poly(ethylene oxide)   | พอลิเอทิลีนออกไซด์    |
| Polycaprolactone       | พอลิแคโพรแลคโตน       |
| Poly(hydroxy)          | พอลิไฮดรอกซี          |
| Poly(lactic acid)      | พอลิแลคติก แอซิด      |
| Poly(vinyl acetate)    | พอลิไวนิลแอซิเตด      |
| Poly(vinyl alcohol)    | พอลิไวนิลแอลกอฮอล์    |
| Precipitation          | การตกตะกอน            |
| Recycle                | การนำกลับมาใช้ใหม่    |
| Remoistenable adhesive | กาวที่ต้องใช้น้ำ      |
| Shear rate             | อัตราการเฉือน         |
| Synthetic polymers     | พอลิเมอร์สังเคราะห์   |
| Tensile strength       | ความทนแรงดึง          |
| Time-dependence        | ขึ้นกับเวลา           |
| Time-independence      | ไม่ขึ้นกับเวลา        |
| Viscosity              | ความหนืด              |

Void

Water bath

Water resistant

Water-soluble films

ที่ว่าง

เครื่องอังน้ำ

ความทนน้ำ

ฟิล์มละลายน้ำได้



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข

### ข้อมูลดิบ

ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.15

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลดิบความทนแรงดึงของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

| Specimens | Strength at Break ( MPa ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100                     | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 39.48                     | 35.92 | 11.73 | 11.34 | 8.45  | 11.73 | 9.92  |
| 2         | 38.77                     | 36.41 | 9.57  | 10.19 | 8.80  | 14.44 | 10.22 |
| 3         | 40.31                     | 38.43 | 12.11 | 9.79  | 7.99  | 15.79 | 12.18 |
| 4         | 41.72                     | 37.52 | 11.82 | 12.33 | 6.77  | 13.56 | 10.64 |
| 5         | 41.13                     | 36.92 | 11.97 | 11.23 | 8.27  | 14.73 | 12.90 |
| Mean      | 40.28                     | 37.04 | 11.44 | 10.98 | 8.06  | 14.05 | 11.17 |
| SD        | 1.07                      | 0.88  | 0.94  | 0.90  | 0.69  | 1.36  | 1.16  |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.16

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลดิบการยึดตัวของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

| Specimens   | Elongation (%) |              |              |              |              |              |              |
|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | 0/100          | 20/80        | 40/60        | 50/50        | 60/40        | 80/20        | 100/0        |
| 1           | 512.7          | 499.1        | 55.40        | 83.62        | 59.96        | 85.90        | 103.5        |
| 2           | 526.1          | 485.7        | 53.92        | 90.21        | 59.44        | 88.41        | 103.3        |
| 3           | 532.6          | 504.0        | 55.17        | 82.41        | 60.30        | 86.96        | 112.1        |
| 4           | 520.8          | 493.5        | 54.75        | 85.24        | 61.25        | 90.30        | 105.4        |
| 5           | 514.6          | 498.0        | 55.63        | 83.18        | 59.26        | 87.98        | 99.46        |
| <b>Mean</b> | <b>521.4</b>   | <b>496.1</b> | <b>54.97</b> | <b>84.93</b> | <b>60.04</b> | <b>87.91</b> | <b>104.8</b> |
| <b>SD</b>   | <b>7.34</b>    | <b>6.16</b>  | <b>0.60</b>  | <b>2.80</b>  | <b>0.71</b>  | <b>1.48</b>  | <b>4.15</b>  |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.17

ตารางที่ ก. 3 ข้อมูลดิบความทนแรงดึงของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens   | Strength at Break ( MPa ) |              |              |              |              |              |              |
|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | 0/100                     | 20/80        | 40/60        | 50/50        | 60/40        | 80/20        | 100/0        |
| 1           | 105.5                     | 68.96        | 16.12        | 17.79        | 21.31        | 26.91        | 37.19        |
| 2           | 115.4                     | 65.20        | 15.34        | 15.88        | 22.25        | 28.14        | 36.88        |
| 3           | 110.9                     | 61.09        | 14.91        | 18.06        | 19.90        | 26.83        | 35.92        |
| 4           | 98.9                      | 64.26        | 14.74        | 16.66        | 20.19        | 25.31        | 34.37        |
| 5           | 107.1                     | 66.39        | 15.78        | 16.75        | 21.88        | 27.10        | 37.54        |
| <b>Mean</b> | <b>107.5</b>              | <b>65.18</b> | <b>15.38</b> | <b>17.02</b> | <b>21.11</b> | <b>26.86</b> | <b>36.38</b> |
| <b>SD</b>   | <b>5.50</b>               | <b>2.58</b>  | <b>0.52</b>  | <b>0.80</b>  | <b>0.92</b>  | <b>0.91</b>  | <b>1.14</b>  |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.18

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลดิบการยืดตัวของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens   | Elongation ( % ) |              |              |              |              |              |              |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | 0/100            | 20/80        | 40/60        | 50/50        | 60/40        | 80/20        | 100/0        |
| 1           | 1107             | 734.7        | 68.77        | 50.24        | 59.46        | 113.3        | 119.6        |
| 2           | 1095             | 732.2        | 71.03        | 49.33        | 52.10        | 112.8        | 111.0        |
| 3           | 1151             | 744.6        | 72.42        | 48.36        | 54.04        | 107.9        | 113.7        |
| 4           | 1149             | 750.1        | 66.69        | 51.22        | 56.18        | 110.7        | 117.2        |
| 5           | 1132             | 738.4        | 69.46        | 47.98        | 55.82        | 111.6        | 112.9        |
| <b>Mean</b> | <b>1121</b>      | <b>740.0</b> | <b>69.67</b> | <b>49.43</b> | <b>54.93</b> | <b>111.3</b> | <b>114.9</b> |
| <b>SD</b>   | <b>32.05</b>     | <b>6.55</b>  | <b>1.96</b>  | <b>1.19</b>  | <b>1.65</b>  | <b>1.91</b>  | <b>3.10</b>  |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.19

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลดิบความทนแรงดึงของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens   | Strength at Break ( MPa ) |              |             |             |             |             |             |
|-------------|---------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | 0/100                     | 20/80        | 40/60       | 50/50       | 60/40       | 80/20       | 100/0       |
| 1           | 96.56                     | 36.10        | 5.14        | 2.29        | 2.64        | 3.49        | 5.71        |
| 2           | 95.82                     | 37.70        | 6.16        | 2.79        | 2.38        | 3.75        | 5.26        |
| 3           | 105.1                     | 37.27        | 6.10        | 3.34        | 2.12        | 4.20        | 6.53        |
| 4           | 103.1                     | 33.49        | 5.49        | 3.04        | 1.78        | 3.20        | 5.84        |
| 5           | 100.8                     | 35.86        | 5.87        | 2.90        | 3.04        | 4.16        | 6.24        |
| <b>Mean</b> | <b>100.3</b>              | <b>36.08</b> | <b>5.75</b> | <b>2.87</b> | <b>2.39</b> | <b>3.76</b> | <b>5.91</b> |
| <b>SD</b>   | <b>3.61</b>               | <b>1.47</b>  | <b>0.38</b> | <b>0.34</b> | <b>0.43</b> | <b>0.38</b> | <b>0.44</b> |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.20

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลดิบการบีดตัวของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Elongation (%) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100          | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 1068           | 672.5 | 44.90 | 51.90 | 60.49 | 71.57 | 97.98 |
| 2         | 1057           | 655.6 | 47.15 | 50.65 | 57.71 | 68.85 | 103.6 |
| 3         | 1048           | 670.6 | 43.33 | 48.38 | 62.18 | 72.46 | 101.4 |
| 4         | 1102           | 662.6 | 45.27 | 49.53 | 59.26 | 70.99 | 102.3 |
| 5         | 1079           | 658.0 | 44.36 | 47.98 | 61.11 | 71.03 | 99.32 |
| Mean      | 1071           | 663.9 | 45.00 | 49.69 | 60.15 | 70.98 | 100.9 |
| SD        | 18.75          | 6.70  | 1.26  | 1.45  | 1.54  | 1.19  | 1.85  |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.21

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลดิบความทนแรงดึงของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 120 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens   | Strength at Break ( MPa ) |              |              |              |             |             |             |
|-------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|             | 0/100                     | 20/80        | 40/60        | 50/50        | 60/40       | 80/20       | 100/0       |
| 1           | 122.5                     | 28.45        | 16.95        | 12.38        | 8.54        | 4.51        | 3.79        |
| 2           | 115.3                     | 30.50        | 15.42        | 12.81        | 7.80        | 3.89        | 3.35        |
| 3           | 123.9                     | 27.74        | 16.24        | 11.73        | 7.89        | 4.93        | 4.71        |
| 4           | 120.2                     | 28.27        | 17.17        | 13.39        | 9.15        | 4.77        | 4.49        |
| 5           | 119.4                     | 29.11        | 16.85        | 11.90        | 8.21        | 3.93        | 3.90        |
| <b>Mean</b> | <b>120.3</b>              | <b>28.81</b> | <b>16.53</b> | <b>12.44</b> | <b>8.32</b> | <b>4.41</b> | <b>4.05</b> |
| <b>SD</b>   | <b>2.95</b>               | <b>0.95</b>  | <b>0.63</b>  | <b>0.61</b>  | <b>0.49</b> | <b>0.43</b> | <b>0.49</b> |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบของรูปที่ 4.22

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลดิบการยึดตัวของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 120 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens   | Elongation (%) |              |              |              |              |              |              |
|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | 0/100          | 20/80        | 40/60        | 50/50        | 60/40        | 80/20        | 100/0        |
| 1           | 1188           | 413.0        | 39.77        | 52.86        | 58.90        | 55.32        | 48.22        |
| 2           | 1219           | 396.9        | 40.02        | 53.11        | 59.13        | 52.43        | 49.10        |
| 3           | 1200           | 414.6        | 42.11        | 51.78        | 62.04        | 55.71        | 51.82        |
| 4           | 1173           | 392.4        | 40.84        | 53.49        | 58.77        | 52.88        | 47.76        |
| 5           | 1208           | 410.7        | 41.92        | 51.92        | 57.82        | 54.65        | 50.21        |
| <b>Mean</b> | <b>1198</b>    | <b>405.5</b> | <b>40.93</b> | <b>52.63</b> | <b>59.33</b> | <b>54.20</b> | <b>49.42</b> |
| <b>SD</b>   | <b>15.93</b>   | <b>9.07</b>  | <b>0.95</b>  | <b>0.67</b>  | <b>1.42</b>  | <b>1.31</b>  | <b>1.46</b>  |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.23

ตารางที่ ก. 9 ปริมาณความชื้นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

| Specimens | Equilibrium moisture content ( % ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100                              | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 31.73                              | 29.81 | 23.74 | 24.90 | 19.63 | 18.77 | 17.91 |
| 2         | 32.32                              | 28.75 | 24.59 | 26.05 | 19.82 | 19.40 | 18.23 |
| 3         | 31.11                              | 30.12 | 25.28 | 24.12 | 20.13 | 19.23 | 17.98 |
| Mean      | 31.72                              | 29.56 | 24.54 | 25.02 | 19.86 | 19.13 | 18.04 |
| SD        | 0.49                               | 0.59  | 0.63  | 0.79  | 0.21  | 0.27  | 0.14  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.23

ตารางที่ ก. 10 ปริมาณความชื้นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

เมื่ออบฟิล์มที่ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Equilibrium moisture content ( % ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100                              | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 30.32                              | 27.34 | 23.86 | 21.84 | 18.27 | 19.14 | 18.26 |
| 2         | 30.23                              | 28.97 | 21.70 | 23.56 | 17.68 | 17.01 | 16.77 |
| 3         | 29.89                              | 29.46 | 22.67 | 22.35 | 19.13 | 16.22 | 15.89 |
| Mean      | 30.15                              | 28.59 | 22.74 | 22.58 | 18.36 | 17.46 | 16.97 |
| SD        | 0.18                               | 0.91  | 0.86  | 0.72  | 0.60  | 1.23  | 0.98  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.23

ตารางที่ ก. 11 ปริมาณความชื้นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Equilibrium moisture content ( % ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100                              | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 29.02                              | 26.48 | 23.86 | 21.84 | 18.27 | 19.14 | 18.26 |
| 2         | 31.24                              | 25.52 | 21.70 | 23.56 | 17.68 | 17.01 | 16.77 |
| 3         | 28.91                              | 28.50 | 22.67 | 22.35 | 19.13 | 16.22 | 15.89 |
| Mean      | 29.72                              | 26.83 | 22.74 | 22.58 | 18.36 | 17.46 | 16.97 |
| SD        | 1.07                               | 1.24  | 0.88  | 0.72  | 0.60  | 1.23  | 0.98  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.23

ตารางที่ ก. 12 ปริมาณความชื้นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 120 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Equilibrium moisture content ( % ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100                              | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 24.35                              | 25.03 | 17.67 | 19.06 | 19.11 | 15.86 | 17.35 |
| 2         | 27.14                              | 23.20 | 19.38 | 17.32 | 17.06 | 16.27 | 16.07 |
| 3         | 26.72                              | 24.48 | 18.42 | 21.15 | 17.35 | 17.13 | 15.58 |
| Mean      | 26.07                              | 24.24 | 18.49 | 19.18 | 17.84 | 16.42 | 16.33 |
| SD        | 1.23                               | 0.77  | 0.70  | 1.57  | 0.91  | 0.53  | 0.75  |



ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.24

ตารางที่ ก. 13 การละลายน้ำของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

| Specimens | Time ( s ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100      | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 59         | 71    | 70    | 72    | 80    | 85    | 77    |
| 2         | 69         | 67    | 67    | 74    | 75    | 78    | 82    |
| 3         | 67         | 63    | 65    | 69    | 83    | 82    | 81    |
| Mean      | 65         | 67    | 67    | 72    | 79    | 82    | 80    |
| SD        | 4.32       | 3.26  | 2.05  | 2.05  | 3.30  | 2.87  | 2.16  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.24

ตารางที่ ก. 14 การละลายน้ำของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

เมื่ออบฟิล์มที่ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Time ( s ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100      | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 75         | 78    | 65    | 82    | 82    | 89    | 89    |
| 2         | 68         | 73    | 72    | 78    | 85    | 93    | 87    |
| 3         | 75         | 74    | 69    | 79    | 85    | 90    | 93    |
| Mean      | 73         | 75    | 69    | 80    | 84    | 91    | 90    |
| SD        | 3.30       | 2.16  | 2.87  | 1.70  | 1.41  | 1.70  | 2.50  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.24

ตารางที่ ก. 15 การละลายน้ำของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Time ( s ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100      | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 79         | 75    | 77    | 86    | 92    | 90    | 87    |
| 2         | 79         | 77    | 73    | 82    | 87    | 85    | 86    |
| 3         | 82         | 78    | 74    | 80    | 87    | 86    | 82    |
| Mean      | 80         | 77    | 75    | 83    | 89    | 87    | 85    |
| SD        | 1.41       | 1.25  | 1.70  | 2.87  | 2.36  | 2.16  | 2.16  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.24

ตารางที่ ก. 16 การละลายน้ำของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 120 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Time ( s ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100      | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 86         | 83    | 77    | 88    | 95    | 84    | 79    |
| 2         | 84         | 78    | 80    | 92    | 92    | 83    | 82    |
| 3         | 90         | 81    | 79    | 91    | 89    | 81    | 78    |
| Mean      | 87         | 81    | 79    | 90    | 92    | 83    | 80    |
| SD        | 2.50       | 2.05  | 1.25  | 1.70  | 2.45  | 1.25  | 1.70  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.25

ตารางที่ ก. 17 ความหนาแน่นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

| Specimens | Density ( g/ml ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100            | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 1.17             | 1.31  | 1.32  | 1.35  | 1.42  | 1.43  | 1.43  |
| 2         | 1.20             | 1.25  | 1.36  | 1.35  | 1.39  | 1.40  | 1.45  |
| 3         | 1.24             | 1.32  | 1.30  | 1.33  | 1.37  | 1.42  | 1.42  |
| Mean      | 1.20             | 1.29  | 1.33  | 1.35  | 1.39  | 1.42  | 1.43  |
| SD        | 0.03             | 0.03  | 0.02  | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.01  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.25

ตารางที่ ก. 18 ความหนาแน่นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ

เมื่ออบฟิล์มที่ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Density ( g/ml ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100            | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 1.23             | 1.30  | 1.36  | 1.35  | 1.40  | 1.45  | 1.48  |
| 2         | 1.19             | 1.29  | 1.30  | 1.37  | 1.40  | 1.42  | 1.40  |
| 3         | 1.26             | 1.29  | 1.32  | 1.37  | 1.38  | 1.40  | 1.43  |
| Mean      | 1.23             | 1.29  | 1.33  | 1.36  | 1.39  | 1.42  | 1.44  |
| SD        | 0.03             | 0.01  | 0.03  | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.03  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.25

ตารางที่ ก. 19 ความหนาแน่นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | density ( g/ml ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100            | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 1.25             | 1.35  | 1.35  | 1.37  | 1.35  | 1.41  | 1.50  |
| 2         | 1.23             | 1.30  | 1.38  | 1.40  | 1.44  | 1.42  | 1.51  |
| 3         | 1.35             | 1.27  | 1.37  | 1.32  | 1.40  | 1.42  | 1.40  |
| Mean      | 1.28             | 1.31  | 1.35  | 1.36  | 1.40  | 1.42  | 1.47  |
| SD        | 0.05             | 0.03  | 0.01  | 0.03  | 0.04  | 0.01  | 0.05  |

ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.25

ตารางที่ ก. 20 ความหนาแน่นของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม CMC/PVA ที่อัตราส่วนต่างๆ  
เมื่ออบฟิล์มที่ 120 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Specimens | Density ( g/ml ) |       |       |       |       |       |       |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 0/100            | 20/80 | 40/60 | 50/50 | 60/40 | 80/20 | 100/0 |
| 1         | 1.28             | 1.28  | 1.36  | 1.41  | 1.35  | 1.35  | 1.54  |
| 2         | 1.32             | 1.40  | 1.32  | 1.35  | 1.43  | 1.50  | 1.49  |
| 3         | 1.30             | 1.33  | 1.38  | 1.38  | 1.43  | 1.43  | 1.48  |
| Mean      | 1.30             | 1.34  | 1.35  | 1.38  | 1.40  | 1.43  | 1.50  |
| SD        | 0.02             | 0.05  | 0.02  | 0.02  | 0.04  | 0.06  | 0.03  |

## ประวัติผู้วิจัย

เรืออากาศเอกหญิง ศันสนีย์ เหมาคม เกิดเมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2512 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป(เคมี-ชีววิทยา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2532 ปัจจุบันทำงานที่ภาควิชาเคมี กองวิชาวิทยาศาสตร์ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศ กองบัญชาการฝึกศึกษาทหารอากาศ เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2538 และสำเร็จหลักสูตรในเดือนกันยายน พ.ศ. 2541



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย