



รายการอ้างอิง

1. เปี่ยมศักดิ์ เมณะเศวต. กุ้งในเศรษฐกิจไทย. 2533. การประชุมวิชาการเรื่องวิกฤตการณ์กุ้งกุลาดำ : สาเหตุและแนวทางแก้ไข. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
2. Knorr, D. 1984. Use of chitinous polymers in food. Food Technol. 38 : 85-97.
3. Takasaki. 2001. Radiation processing of Natural Polymer for Agro and Agro-chemical Industry(Report of the Regional Workshop). Japan : International Atomic Energy Agency.
4. Nguyen Quoc Hien. 2000. Irradiation of Chitosan and its Biological Effect (Report of Regional Workshop on Radiation Processing of Polysaccharides). China : International Atomic Energy Agency.
5. Nguyen Quoc Hien. Raiation Modification of Polysaccharides. Radiation Technology Department Nuclear Research Institute.
6. Nguyen Quoc Hien et al.. Study on Degradation of Chitosan and preparation of Oligochitosan by Radiation Technique. Radiation Technology Department : Nuclear Research Institute.
7. Suwalee Chandkrachang. 2002. The Applications of Chitin and Chitosan in Agriculture in Thailand (Chitin-Chitosan Symposium and Exhibition 5th Asia Pacific). Thailand : MTEC.
8. Seiichi Tokuta and Hiroshi Tamura. 1999. Basic Properties of Chitin and Chitosan. Japan : The Takasaki Workshop on Radiation Processing of Natural Polymer Takasaki Cooperation.
9. Seung S. Shin, Young C. Lee and Chan Lee. 2000. The Degradation of Chitosan with the aid of Lipase from *Rhizopus Japonicus* for the Production of Soluble Chitosan (Abstract from Journal of Food Biochemistry). Korea : Department of food science and Technology Chung-Ang University.
10. Choi, W.S., Park, Y.S. and Park, H.J. 2002. Preparation of Chitosan Oligomer by Irradiation (Chitin-Chitosan Symposium and Exhibition 5th Asia Pacific). Thailand : MTEC.

11. Chyagrit Siri-Upathum. 2002. Radiation Degradation of Chitosan its Application for Young Orchid Plants Growth Promotion (Chitin-Chitosan Symposium and Exhibition 5th Asia Pacific). Thailand : MTEC.
12. Nguyen Ahn Dzung and Nguyen Quoc Hein. 2002. Effect of Oligoglucosamine Prepared by Enzyme Degradation on the Growth of SoyBean (Chitin-Chitosan Symposium and Exhibition 5th Asia Pacific). Thailand : MTEC.
13. Vo Thi Kim Lang, Le Quang Luan and Nguyen Quoc Hien. 2002. Effect of Irradiated Chitosan in Solution State on the Growth-Promotion of SoyBean in Germination period. (Chitin-Chitosan Symposium and Exhibition 5th Asia Pacific). Thailand : MTEC.
14. Trang Si Trung et al., 2002. Effect of Dissolution and Precipitation by Various Acid Solvents on Chitosan Properties (Chitin-Chitosan Symposium and Exhibition 5th Asia Pacific). Thailand : MTEC.
15. Alain Domard. 1996. Some physicochemical and structural Basis for Applicability of Chitin and Chitosan (2nd Asia Pacific Chitin Symposium). Bangkok.
16. Munawwar Ali Khan. 1998. Enhanced Functionacity of Chitin by Chemical Modification. Master of Science, Research and development, School of Environment.
17. Austin, P.R. 1977. Chitin Solution. U.S. Patent4, 059, 457.
18. Whistler, R.S. and BeMiller, J.N. 1962. Alkaline degradation of amino sugar. Journal of Organic Chemistry 27 : 1161-1164.
19. Bough, W.A., A.C.M. Wu and Wm.B. Miller. Effect of Time of Deacetylation on Molecular Weight Distribution, Acetyl Content, Viscosity and Performance of Chitosan as a Conditioning Agent for Activated Sludge, n.d. (Unpublished Manuscript).
20. Stelmock, R.L., F.M. Husby and A.L. Brundage. 1985. Application of Van Soest Acid Detergent Fiber Method for Analysis of Shell fish Chitin. Journal of Dairy Science 68 : 1502-1506.
21. Carroad, P.A. and R.A. Tom. 1978. Bioconversion of Shellfish Chitin Waste : Process Conception and Selection of Microorganisms. Journal of Food Science 43 : 1158-1161.
22. Muzzarelli, R.A.A. 1985. The Polysaccharide. Vol.3. New York : Academic Press.

23. Budavari, S. 1976. The Merck index : an Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biological.
New Jersey : Merck.
24. Ravi Kumar, M.N.V. Property of Chitin and Chitosan. Chitin and Chitosan for Versatile
Applications Homepage : An Internet Chitin and Chitosan Applied Research Resource.
25. Muzzarelli, R.A.A. 1973. Natural Chelating Polymer. New York : Pergamon press.
26. Austin, P.R., C.J. Brine, J.E. Castle and J.P. Zikakis. 1981. Chitin : New Facets of Research.
Science. 212 : 749-753.
27. Shahdi, F. and Synowiecki, J. 1992. Quality and Compositional characteristics of
newfoundland shellfish processing discards. In C.J. Brine, P.A. Sandford and J. P.
Zikakis (eds.), Advances in Chitin and Chitosan. pp.617-626. London : Elsevier
Science.
28. Mima, s., Miya, M., Ivamoto, R. and Yoshikama, S. 1983. Highly Deacetylate Chitosan and
its Properties. J. App.Pol.Sci. 28 : 1909-1917.
29. Moorjani, M.N., Achutha, V. and Iman Khasim, D. 1975. Parameters affecting the viscosity
of chitosan from prawn waste. Journal of Food Science and Technology 12 : 187-189.
30. Yang, T. 1984. Removal of heavy metals from liquids using chitosan and its scales.
Master's Thesis, Cornell University.
31. Muzzarelli, R.A.A. 1977. Chitin. New York : Pergamon press.
32. Filar, L.J. and Wirick, M.G. 1978. Bulk and Solution properties of chitosan. In R.A.A.
Muzzarelli(ed.), Proceeding of the first international conference on chitin/chitosan. pp.
182-192. Massachusetts Science and Technology Foundation.
33. Englewood and N.J. Fort Lee. (n.d.). Chitin and Chitosan : Speciality Biopolymers for
Food, Medicine and Industrial. Technical Insights.
34. Singh, A. and Silverman, J. 1992. Radiation Processing of Polymers. Progress in Polymer
Processing Series. New York : American Chemical Society.
35. Pawadee Mathacanon. 2000. Regional (RCA) Training Course on Radiation Processing of
Natural Polysaccharides (Summary Report). Ho Chi Minh City, Vietnam : National
Materials Technology Center, Bangkok, Thailand.

36. Muraki, E., Yaku, F. and Kejima, H. 1993. Preparation and Crystallization of D-glucosamine Oligosaccharides with DP 6-8. Carbohydr. Res. 239 : 227-237.
37. Sanil Sabharwal. 2001. Radiation Chemistry of Monomers and Polymers (Radiation Technology Development Section). India : Bhabha Atomic Research Center.
38. Ulanski, R. and Rosiak, J. 1992. Preliminary Studies on Radiation-Induced Changes in Chitosan. J. Radiat. Appl. Instrum. 39 : 53-57.
39. Rangrong Yoksan, Siriratana Biramontri and Suwabun Chirachanchai. 2002. Structural Characterization of γ -ray Irradiated Chitosan (Chitin-Chitosan Symposium and Exhibition 5th Asia Pacific). Thailand : MTEC.
40. Nguyen Manh Hung et al., The use of Chitosan as Bioadhesive and its Property Improvement by Radiation Treatment for Waste-Stable Shrimp Feed Product.
41. Hitoshi Yamaoka. 1991. Radiation Chemistry of Polymer. UNDP/IAEA/RCA Regional Training Course on Radiation Chemistry Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment. JAERI.
42. Shaefgen, John R. Schaefgen and Paul J. Flory. 1984. Synthesis of Multichain Polymer and Investigation of their Viscosities. J. Am. Chem. Soc. 70 : 2709-2718.
43. George A.F. Roberts. 1992. Chitin Chemistry. Hong Kong : The Macmillan press.
44. ศูนย์วิจัยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี, ศูนย์เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี ภาควิชาชีวเคมี และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544. การประชุมเชิงปฏิบัติการไคตินและไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้ (คู่มือปฏิบัติการ). กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
45. G.A.F. Roberts and J.G.Domszy. 1982. Determination of the Viscometric Constants for Chitosan. Int. J. Biol. Macromol. 4: 374-377.
46. A. Charlesby. 1955. J. Pol. Sci. 15 : 263.
47. A. Sharples and H.M. Major. 1958. J. Pol. Sci. 27 : 433.
48. G. Sitaramaih and D.A.I. Goring. 1962. J. Pol. Sci. 58 : 1107.
49. K. Kamida and K. Okajima. 1981. Pol. J. 13 : 163.
50. M. Rinaudo and A. Domard. In ref.46 : p.110

51. Malcolm P. Stevens. 1999. Polymer Chemistry. Third Edition. New York Oxford : Oxford University press.
52. Kraemer and Elmer O. Kraemer. 1938. Molecular Weight of Cellulose and Cellulose Derivatives. Ind. Eng. Chem. 30 : 1200-1203.
53. S.T. Holouitz, S. Roseman and H.J. Blumenthal. 1957. J. Am. Chem. Soc. 79 : 5046.
54. Jeon, Y.J., Kim, C.H. and Kim, S.K. 1998. The Kor. Soc. For chitin and Chitosan 3 : 140.
55. A.G. Darvill and P. Albersheim. 1984. Ann. Rev. Plant Physiol. 35 : 243-375.
56. C.A. Ryan. 1988. Biochemistry 27 : 8879-8883.
57. Billmeyer, F. W. 1971. Textbook of polymer Science. 2nd ed. New York : Wiley-Interscience.
58. ASTM Standards(D445).1995. Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (The Calculation of Dynamic Viscosity).
59. ธเนศ อินทราลักษณ์. 2545. การพัฒนาท่อโพลีเอทีลีน/เอทีลีนไวนิลอะซิเตตหดตัวได้ด้วยความร้อน โดยการฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบจำลองการคำนวณหาค่า M_n , M_w และ M_v และการเปลี่ยนแปลงของค่า M_n , M_w และ M_v เมื่อทำการแยกน้ำหนักรวมโมเลกุลที่ไม่ต้องการออกไป

แบบจำลองการคำนวณค่า M_n , M_w และ M_v ตามสมการที่ 2.11, 2.15 และ 2.16 ตามลำดับ (โดยค่าคงที่ a เพื่อคำนวณหา M_v ในการทดลองนี้เท่ากับ 0.93) ของตัวอย่างสารโคโตนานซึ่งมีข้อมูล และผลการคำนวณค่าต่าง ๆ ดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 แสดงแบบจำลองข้อมูลและการคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อคำนวณหาน้ำหนักรวมโมเลกุล

| i | N_i | M_i | $N_i M_i$ | M_i^2 | $N_i (M_i)^2$ | $M_i^{(1+0.93)}$ | $N_i M_i^{(1+0.93)}$ |
|-----|-------|-------|----------------|------------|----------------|------------------|----------------------|
| 1 | 1 | 70000 | 70000 | 4900000000 | 4900000000 | 2244084558 | 2244084558 |
| 2 | 1 | 68000 | 68000 | 4624000000 | 4624000000 | 2121984472 | 2121984472 |
| 3 | 2 | 66000 | 132000 | 4356000000 | 8712000000 | 2003179170 | 4006358340 |
| 4 | 3 | 64000 | 192000 | 4096000000 | 12288000000 | 1887675546 | 5663026638 |
| 5 | 5 | 62000 | 310000 | 3844000000 | 19220000000 | 1775480720 | 8877403602 |
| 6 | 8 | 60000 | 480000 | 3600000000 | 28800000000 | 1666602056 | 13332816448 |
| 7 | 10 | 58000 | 580000 | 3364000000 | 33640000000 | 1561047175 | 15610471746 |
| 8 | 13 | 56000 | 728000 | 3136000000 | 40768000000 | 1458823975 | 18964711676 |
| 9 | 20 | 54000 | 1080000 | 2916000000 | 58320000000 | 1359940653 | 27198813062 |
| 10 | 25 | 52000 | 1300000 | 2704000000 | 67600000000 | 1264405724 | 31610143099 |
| 11 | 30 | 50000 | 1500000 | 2500000000 | 75000000000 | 1172228047 | 35166841424 |
| 12 | 40 | 48000 | 1920000 | 2304000000 | 92160000000 | 1083416856 | 43336674240 |
| 13 | 45 | 46000 | 2070000 | 2116000000 | 95220000000 | 997981786 | 44909180372 |
| 14 | 50 | 44000 | 2200000 | 1936000000 | 96800000000 | 915932914 | 45796645697 |
| 15 | 60 | 42000 | 2520000 | 1764000000 | 105840000000 | 837280796 | 50236847782 |
| 16 | 70 | 40000 | 2800000 | 1600000000 | 112000000000 | 762036517 | 53342556179 |
| 17 | 50 | 38000 | 1900000 | 1444000000 | 72200000000 | 690211739 | 34510586954 |
| 18 | 45 | 36000 | 1620000 | 1296000000 | 58320000000 | 621818769 | 27981844593 |
| 19 | 40 | 34000 | 1360000 | 1156000000 | 46240000000 | 556870626 | 22274825025 |
| 20 | 30 | 32000 | 960000 | 1024000000 | 30720000000 | 495381129 | 14861433855 |
| 21 | 25 | 30000 | 750000 | 900000000 | 22500000000 | 437364996 | 10934124894 |
| 22 | 20 | 28000 | 560000 | 784000000 | 15680000000 | 382837966 | 7656759326 |
| 23 | 13 | 26000 | 338000 | 676000000 | 8788000000 | 331816946 | 4313620296 |
| 24 | 10 | 24000 | 240000 | 576000000 | 5760000000 | 284320187 | 2843201873 |
| 25 | 8 | 22000 | 176000 | 484000000 | 3872000000 | 240367515 | 1922940122 |
| 26 | 5 | 20000 | 100000 | 400000000 | 2000000000 | 199980611 | 999903057 |
| 27 | 3 | 18000 | 54000 | 324000000 | 972000000 | 163183384 | 489550152 |
| 28 | 2 | 16000 | 32000 | 256000000 | 512000000 | 130002459 | 260004918 |
| 29 | 1 | 14000 | 14000 | 196000000 | 196000000 | 100467850 | 100467850 |
| รวม | 635 | | 26054000 | | 112365200000 | | 531567822247 |
| | | | $M_n = 41,030$ | | $M_w = 43,128$ | | $M_v = 43,060$ |

ตารางที่ ก.2 แบบจำลองข้อมูลการคำนวณค่าต่าง ๆ และค่าน้ำหนักโมเลกุลเมื่อทำการตัดข้อมูล
น้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 14,000 – 28,000 ดอลตัน

| i | N_i | M_i | $N_i M_i$ | M_i^2 | $N(M_i)^2$ | $M_i^{(1+0.93)}$ | $N M_i^{(1+0.93)}$ |
|-----|-------|----------------|-----------|----------------|---------------|------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 70000 | 70000 | 4900000000 | 4900000000 | 2244084558 | 2244084558 |
| 2 | 1 | 68000 | 68000 | 4624000000 | 4624000000 | 2121984472 | 2121984472 |
| 3 | 2 | 66000 | 132000 | 4356000000 | 8712000000 | 2003179170 | 4006358340 |
| 4 | 3 | 64000 | 192000 | 4096000000 | 12288000000 | 1887675546 | 5663026638 |
| 5 | 5 | 62000 | 310000 | 3844000000 | 19220000000 | 1775480720 | 8877403602 |
| 6 | 8 | 60000 | 480000 | 3600000000 | 28800000000 | 1666602056 | 13332816448 |
| 7 | 10 | 58000 | 580000 | 3364000000 | 33640000000 | 1561047175 | 15610471746 |
| 8 | 13 | 56000 | 728000 | 3136000000 | 40768000000 | 1458823975 | 18964711676 |
| 9 | 20 | 54000 | 1080000 | 2916000000 | 58320000000 | 1359940653 | 27198813062 |
| 10 | 25 | 52000 | 1300000 | 2704000000 | 67600000000 | 1264405724 | 31610143099 |
| 11 | 30 | 50000 | 1500000 | 2500000000 | 75000000000 | 1172228047 | 35166841424 |
| 12 | 40 | 48000 | 1920000 | 2304000000 | 92160000000 | 1083416856 | 43336674240 |
| 13 | 45 | 46000 | 2070000 | 2116000000 | 95220000000 | 997981786 | 44909180372 |
| 14 | 50 | 44000 | 2200000 | 1936000000 | 96800000000 | 915932914 | 45796645697 |
| 15 | 60 | 42000 | 2520000 | 1764000000 | 105840000000 | 837280796 | 50236847782 |
| 16 | 70 | 40000 | 2800000 | 1600000000 | 112000000000 | 762036517 | 53342556179 |
| 17 | 50 | 38000 | 1900000 | 1444000000 | 72200000000 | 690211739 | 34510586954 |
| 18 | 45 | 36000 | 1620000 | 1296000000 | 58320000000 | 621818769 | 27981844593 |
| 19 | 40 | 34000 | 1360000 | 1156000000 | 46240000000 | 556870626 | 22274825025 |
| 20 | 30 | 32000 | 960000 | 1024000000 | 30720000000 | 495361129 | 14861433855 |
| 21 | 25 | 30000 | 750000 | 900000000 | 22500000000 | 437364996 | 10934124894 |
| รวม | 573 | | 24540000 | | 1085872000000 | | 512981374655 |
| | | $M_n = 42,827$ | | $M_w = 44,249$ | | $M_v = 44,198$ | |

ตารางที่ ก.3 แบบจำลองข้อมูลการคำนวณค่าต่าง ๆ และค่าน้ำหนักโมเลกุลเมื่อทำการตัดข้อมูล
น้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 14,000 – 28,000 ดอลตัน และ 60,000 – 70,000 ดอลตัน

| i | N_i | M_i | $N_i M_i$ | M_i^2 | $N_i (M_i)^2$ | $M_i^{(1+0.93)}$ | $N_i M_i^{(1+0.93)}$ |
|-----|-------|-------|----------------|------------|----------------|------------------|----------------------|
| 7 | 10 | 58000 | 580000 | 3364000000 | 3364000000 | 1561047175 | 15610471746 |
| 8 | 13 | 56000 | 728000 | 3136000000 | 4076800000 | 1458823975 | 18964711676 |
| 9 | 20 | 54000 | 1080000 | 2916000000 | 5832000000 | 1359940653 | 27198813062 |
| 10 | 25 | 52000 | 1300000 | 2704000000 | 6760000000 | 1264405724 | 31610143099 |
| 11 | 30 | 50000 | 1500000 | 2500000000 | 7500000000 | 1172228047 | 35166841424 |
| 12 | 40 | 48000 | 1920000 | 2304000000 | 9216000000 | 1083416856 | 43336674240 |
| 13 | 45 | 46000 | 2070000 | 2116000000 | 9522000000 | 997981786 | 44909180372 |
| 14 | 50 | 44000 | 2200000 | 1936000000 | 9680000000 | 915932914 | 45796645697 |
| 15 | 60 | 42000 | 2520000 | 1764000000 | 10584000000 | 837280796 | 50236847782 |
| 16 | 70 | 40000 | 2800000 | 1600000000 | 11200000000 | 762036517 | 53342556179 |
| 17 | 50 | 38000 | 1900000 | 1444000000 | 7220000000 | 690211739 | 34510586954 |
| 18 | 45 | 36000 | 1620000 | 1296000000 | 5832000000 | 621818769 | 27981844593 |
| 19 | 40 | 34000 | 1360000 | 1156000000 | 4624000000 | 556870626 | 22274825025 |
| 20 | 30 | 32000 | 960000 | 1024000000 | 3072000000 | 495381129 | 14861433855 |
| 21 | 25 | 30000 | 750000 | 900000000 | 2250000000 | 437364996 | 10934124894 |
| รวม | 553 | | 23288000 | | 1007328000000 | | 476735700598 |
| | | | $M_n = 42,112$ | | $M_w = 43,255$ | | $M_v = 43,216$ |

ตารางที่ ก.4 แบบจำลองข้อมูลการคำนวณค่าต่าง ๆ และค่าน้ำหนักโมเลกุลเมื่อทำการตัดข้อมูล
น้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 14,000 – 38,000 ดอลตัน และ 50,000 – 70,000 ดอลตัน

| i | N_i | M_i | $N_i M_i$ | M_i^2 | $N_i (M_i)^2$ | $M_i^{(1+0.93)}$ | $N_i M_i^{(1+0.93)}$ |
|-----|-------|-------|----------------|------------|----------------|------------------|----------------------|
| 12 | 40 | 48000 | 1920000 | 2304000000 | 9216000000 | 1083416856 | 43336674240 |
| 13 | 45 | 46000 | 2070000 | 2116000000 | 9522000000 | 997981786 | 44909180372 |
| 14 | 50 | 44000 | 2200000 | 1936000000 | 9680000000 | 915932914 | 45796645697 |
| 15 | 60 | 42000 | 2520000 | 1764000000 | 10584000000 | 837280796 | 50236847782 |
| 16 | 70 | 40000 | 2800000 | 1600000000 | 11200000000 | 762036517 | 53342556179 |
| รวม | 265 | | 11510000 | | 502020000000 | | 237621904270 |
| | | | $M_n = 43,434$ | | $M_w = 43,616$ | | $M_v = 43,610$ |

ตารางที่ ก.5 แบบจำลองข้อมูลการคำนวณค่าต่าง ๆ และค่าน้ำหนักโมเลกุลเมื่อตัวอย่างโคโิต
ขานมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว (Homogenous)

| i | N_i | M_i | $N_i M_i$ | M_i^2 | $N_i (M_i)^2$ | $M_i^{(1+0.93)}$ | $N_i M_i^{(1+0.93)}$ |
|----|-------|-------|----------------|------------|----------------|------------------|----------------------|
| 16 | 70 | 40000 | 2800000 | 1600000000 | 11200000000 | 762036517 | 53342556179 |
| | | | $M_n = 40,000$ | | $M_w = 40,000$ | | $M_v = 40,000$ |

ภาคผนวก ข

ใบรับรองการปรับเทียบมาตรฐาน



Certificate of Calibration



Viscometer No. 543094

1262.01

UBBELOHDE TYPE

(Standard Test ASTM D 445 and ISO 3104)

The presence of the ACCREDITED logo does not signify calibration approval by the process is outlined in section

Viscometer Constant 0.001032 mm²/s² (cSt/s)

The viscometer constant is the same at all temperatures.

To obtain kinematic viscosity in mm²/s (cSt) multiply the efflux time in seconds by the viscometer constant. To obtain viscosity in mPa·s, multiply the kinematic viscosity by the density in g/ml.

Kinematic viscosities of the standards used in calibrating were established in Master Viscometers as described in Analytical Chem. Anal. Ed. (1973), ASTM D2161, and the Journal of Research of the National Bureau of Standards, Vol. 70, No. 2, (1965), Res. Report 70-247.

Kinematic viscosities are based on the primary viscosity standard, water, at 20°C (ITS-90). The international standard value for the viscosity of water at 20°C (ITS-90) is 1.0016 mPa·s or kinematic viscosity is 1.0034 mm²/s as listed in ISO 3105. The gravitational constant varies up to 0.1% in the United States. To remove this small correction in the viscometer constant, multiply the above viscometer constant by the factor (g at your laboratory) / 980.665. The calibration data below are traceable to the National Institute for Standards and Technology. Temperature measurement is traceable to NIST (Test No. 266430).

CALIBRATION DATA AT 40°C

| Viscosity Standard | Kinematic Viscosity (mm ² /s (cSt)) | Efflux Time (Seconds) | Constant (mm ² /s ² (cSt/s)) |
|--------------------|--|-----------------------|--|
| 0201 | 0.41040 | 397.37 | 0.001032 |
| 0203 | 0.61660 | 597.80 | 0.001031 |

Average = 0.001032

Calibrated by 543094 USM on 24-Apr-02 under supervision of [Signature]

Please note: This certificate remains valid for 12 months unless (1) the viscometer has been damaged or (2) materials which chemically attack peroxidize glass (e.g., hydrofluoric acid or highly alkaline solutions) have been used. Moreover, it is recommended that the calibration be verified with kinematic viscosity standards periodically, if a change in calibration measurement carefully examine all sources of error, including especially temperature measurement since most apparent changes in calibration of the viscometer are due to errors in temperature measurement.

M. R. Hendershot, R. F. M. Cannon Instrument Co., State College, Pa., U.S.A.

Test No.: 543094 - E

This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of Cannon Instrument Company.

The S.I. unit of dynamic viscosity is Pascal-second and is equal to 10⁷ Stokes. The S.I. unit of kinematic viscosity is m²/s and is equal to 10 Stokes. One centistoke is equal to one millimeter squared per second.

PH: 717-338-1100 FAX: 717-338-1101

Instructions for the use of The Ubbelohde Viscometer



See also ASTM D 153, ASTM and ISO 3105

1. Clean the viscometer using a suitable solvent, and by rinsing, wash, dry, filtered as this step the instrument to remove the final traces of solvent. Periodically, traces of organic deposits should be removed with chromic acid or potassium dichromate solution.
2. If there is a possibility of lint, dust, or other solid material in the liquid sample, filter the sample through a sintered glass filter or a mesh screen.
3. Charge the viscometer by introducing sample through tube (L) into the lower reservoir, into place enough sample to bring the level between marks I and K.
4. Place the viscometer into the holder, and invert it into the constant temperature bath. Vertically align the viscometer in the bath (if a self-aligning holder has not been used).
5. Allow approximately 30 minutes for the sample to come to the bath temperature.
6. Place a finger over tube B and apply suction to tube A until the liquid reaches the center of bulb C. Remove suction from tube A. Remove finger from tube B, and immediately place it over tube A until the sample drops away from the lower end of the capillary into bulb I. Then remove finger and measure the efflux time.
7. To measure the efflux time allow the liquid sample to flow freely down past mark D, measuring the time for the meniscus to pass from mark I to mark F.
8. Calculate the kinematic viscosity of the sample by multiplying the efflux time by the viscometer constant.
9. Without recharging the viscometer, make check determinations by repeating steps 6 to 8.

Ubbelohde Type For Transparent Liquids

RECOMMENDED RANGE OF VISCOSITIES AND CONSTANT VALUES

| Temp. | Range of Viscosities | Constant | Temp. | Range of Viscosities | Constant |
|-------|----------------------|----------|-------|----------------------|----------|
| 0 | 0.001 | 0.001 | 100 | 0.001 | 0.001 |
| 10 | 0.001 | 0.001 | 110 | 0.001 | 0.001 |
| 20 | 0.001 | 0.001 | 120 | 0.001 | 0.001 |
| 30 | 0.001 | 0.001 | 130 | 0.001 | 0.001 |
| 40 | 0.001 | 0.001 | 140 | 0.001 | 0.001 |
| 50 | 0.001 | 0.001 | 150 | 0.001 | 0.001 |
| 60 | 0.001 | 0.001 | 160 | 0.001 | 0.001 |
| 70 | 0.001 | 0.001 | 170 | 0.001 | 0.001 |
| 80 | 0.001 | 0.001 | 180 | 0.001 | 0.001 |
| 90 | 0.001 | 0.001 | 190 | 0.001 | 0.001 |
| 100 | 0.001 | 0.001 | 200 | 0.001 | 0.001 |

The expanded uncertainty with 95% confidence of the calibration measurements relative to the primary standard is as follows:

| Range of Constants mm^2/s^2 | Expanded Uncertainty |
|---|----------------------|
| up to 5 | $\pm 0.34\%$ |
| 5 to 50 | $\pm 0.45\%$ |
| Greater than 50 | $\pm 0.69\%$ |

The assigned uncertainty of the primary viscosity standard at 20°C is $\pm 0.17\%$. See ISO 3666.

CANNON INSTRUMENT CO P. O. BOX 10 STATE COLLEGE, PA. 16804

ภาคผนวก ค

การหาปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่าง ๆ^[59]

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการหาปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่าง ๆ

- 1.1 Dichromate dosimeter ประกอบด้วย $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ HClO_4
- 1.2 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์
- 1.3 แท่งพลาสติกยาว 5 เซนติเมตร จำนวน 12 แท่ง
- 1.4 หลอดแก้ว 12 หลอด พร้อมจุกยาง
- 1.5 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
- 1.6 ชุดภาชนะบรรจุท่อสำหรับฉายรังสี
- 1.7 เครื่องฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60

2. วิธีการหาปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่าง ๆ (ตามมาตรฐาน ASTM E1401)

2.1 ผสมสารละลาย Dichromate dosimeter ประกอบด้วยซิลเวอร์ไดโครเมต ($\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0.5×10^{-3} โมลต่อลิตร และโพแทสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 2.0×10^{-3} โมลต่อลิตร ในกรดเปอร์-คลอริก (HClO_4) 0.1 โมลต่อลิตร เนื่องจากซิลเวอร์ไดโครเมตละลายช้า โดยใช้เวลาน้อยกว่า 18 ชั่วโมง จึงควรละลายซิลเวอร์ไดโครเมตก่อนเติมโพแทสเซียมไดโครเมต

2.2 ใส่สารละลายที่ได้ลงในหลอดแก้วทั้ง 12 หลอด อุดจุกให้แน่นด้วยจุกยางห่อด้วยฟิล์มโพลีเอทิลีน

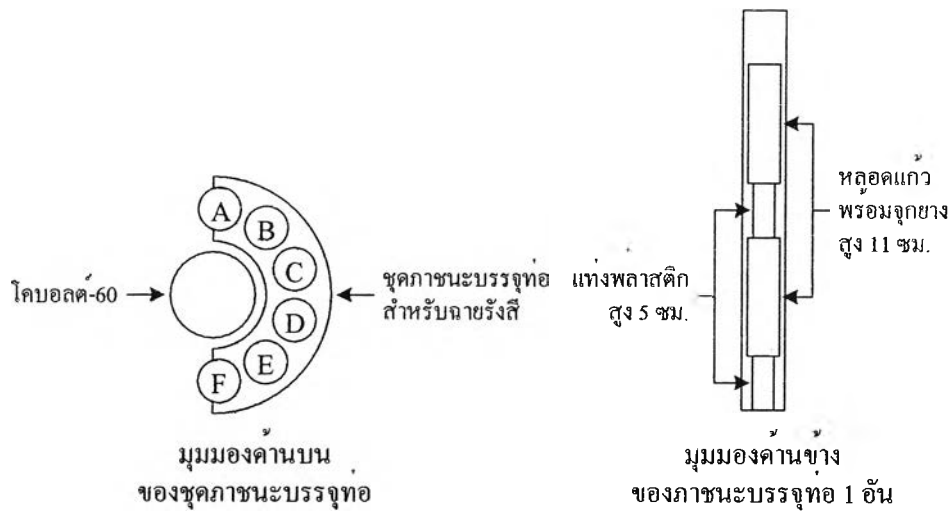
2.3 ใส่แท่งพลาสติกยาว 5 เซนติเมตรและหลอดแก้วลงในภาชนะบรรจุท่อตามลำดับ โดยใส่ภาชนะละ 2 ชุด

2.4 นำชุดภาชนะบรรจุท่อไปฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

2.5 นำสารละลายหลังจากฉายรังสี ไปหาค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

2.6 นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่าง ๆ

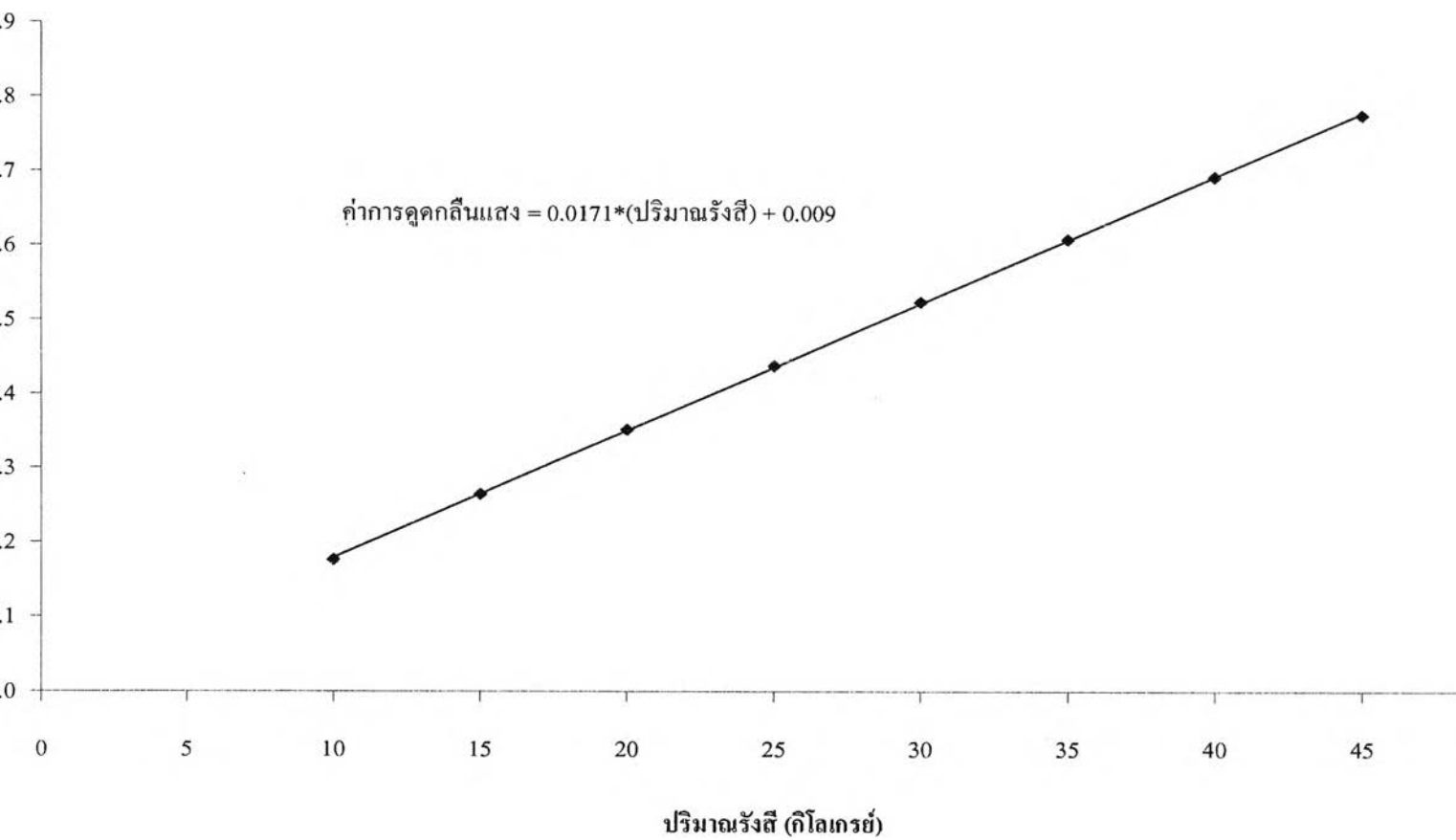
3. ผลการหาปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่างๆ



รูปที่ ค.1 ตำแหน่งในการหาปริมาณรังสี

ตารางที่ ค.1 ปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่างๆ

| ตำแหน่ง | ค่าการดูดกลืนแสง | ปริมาณรังสี (กิโลเกรย์/10 ชั่วโมง) | ปริมาณรังสี (กิโลเกรย์/ชั่วโมง) | ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสี (กิโลเกรย์/ชั่วโมง) |
|---------|------------------|------------------------------------|---------------------------------|--|
| A | บน | 0.4499 | 25.7856 | 2.9677 |
| | ล่าง | 0.5830 | 33.5692 | |
| B | บน | 0.4197 | 24.0195 | 2.7160 |
| | ล่าง | 0.5271 | 30.3002 | |
| C | บน | 0.4230 | 24.2125 | 2.8151 |
| | ล่าง | 0.5577 | 32.0897 | |
| D | บน | 0.3774 | 21.5458 | 2.5634 |
| | ล่าง | 0.5172 | 29.7212 | |
| E | บน | 0.3568 | 20.3411 | 2.4291 |
| | ล่าง | 0.4919 | 28.2417 | |
| F | บน | 0.3395 | 19.3294 | 2.3455 |
| | ล่าง | 0.4806 | 27.5809 | |



รูปที่ ค.2 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับปริมาณรังสี

ภาคผนวก ง

วิธีการคำนวณหาค่าน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน

1. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน

การหาน้ำหนักโมเลกุลตามวิธี Dilute Solution Viscosity ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักโมเลกุลโดยคิดในรูปความหนืด (Viscosity average molecular weight, M_v) ได้ ตามขั้นตอนในบทที่ 3 ซึ่งจากการทดลองจะได้ค่า efflux time ในแต่ละค่าความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน แสดงดังตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 ตัวอย่างผลการทดลองหาค่า efflux time ตามความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารไคโตซาน มาตรฐานในตัวทำละลาย 0.5M HOAc + 0.5M NaOAc ด้วย Viscometer No.361 (ครั้งที่1)

| ความเข้มข้นของ สารละลายไคโตซาน (g/100ml.) | efflux time (วินาที) | | |
|---|----------------------|------------|--------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | เฉลี่ย |
| 0 (ตัวทำละลาย) | 1145 | 1121 | 1133 |
| 0.015625 | 1251 | 1271 | 1261 |
| 0.03125 | 1405 | 1373 | 1389 |
| 0.0625 | 1792 | 1818 | 1805 |
| 0.125 | 3123 | 3093 | 3108 |

จากค่า efflux time ที่ได้นำมาคำนวณหาค่าความหนืดเฉพาะ หรือ specific viscosity (η_{sp}) ได้ตามสมการ

$$\eta_{sp} = \frac{t - t_0}{t_0} \quad \text{ง.1}$$

เมื่อ t คือ efflux time ที่ความเข้มข้นใด ๆ และ t_0 คือ efflux time ของตัวทำละลาย จากตารางที่ ง.1 สามารถคำนวณหาค่า specific viscosity (η_{sp}) ได้ดังนี้

ค่า specific viscosity (η_{sp}) ที่ความเข้มข้น 0.015625 % จะได้เป็น

$$\eta_{sp} = \frac{1261 - 1133}{1133} = 0.1130 \quad \text{ง.2}$$

จากค่า specific viscosity (η_{sp}) นำมาหาค่า reduced viscosity (η_{red}) ได้ดังสมการ

$$\eta_{red} = \frac{\eta_{sp}}{C} \quad \text{ง.3}$$

แทนค่า η_{sp} เท่ากับ 0.1130 และค่าความเข้มข้น (C) เท่ากับ 0.015625 ลงในสมการ ง.3 จะได้

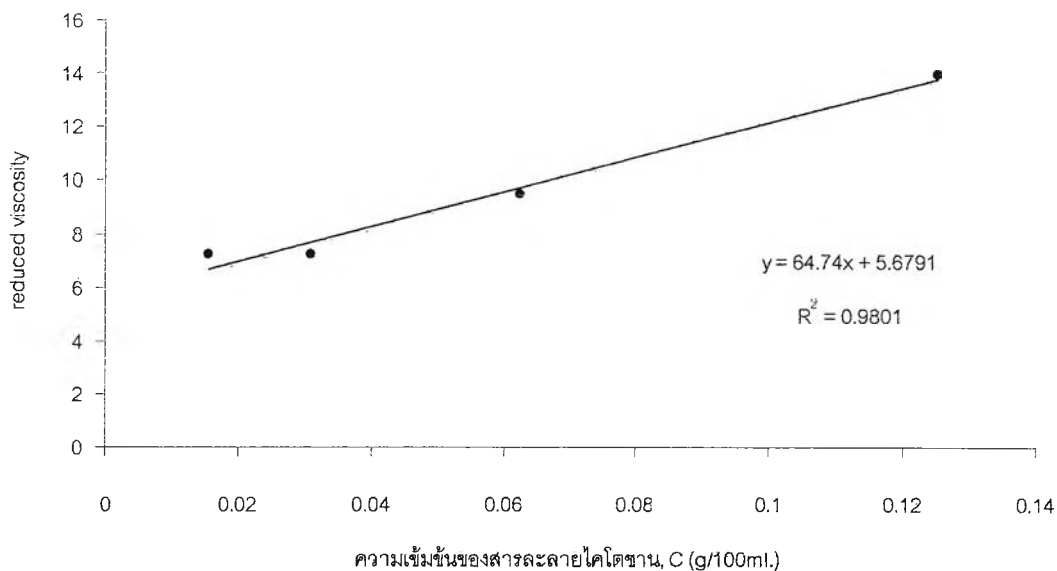
$$\eta_{red} = \frac{0.1130}{0.015625} = 7.232 \quad \text{ง.4}$$

เมื่อดำเนินหาค่า reduced viscosity (η_{red}) ในทุก ๆ ค่าความเข้มข้นจากข้อมูลตามตารางที่ ง.1 จะได้ผลแสดงดังตารางที่ ง.2

ตารางที่ ง.2 แสดงค่า reduced viscosity (η_{red}) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายโคโคซาน มาตรฐาน

| ความเข้มข้นของสารละลายโคโคซาน (g/100ml.) | reduced viscosity (η_{red}) |
|---|------------------------------------|
| 0.015625 | 7.232 |
| 0.03125 | 7.230 |
| 0.0625 | 9.490 |
| 0.125 | 13.945 |

จากข้อมูลตามตารางที่ ง.2 สามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของสารละลายโคโคซาน (C) และค่า reduced viscosity (η_{red}) ได้ดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ๑.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโคโตซานกับค่า reduced viscosity

จากกราฟรูปที่ ๑.1 เมื่อลากเส้นกราฟมาตัดแกน y โดยสมมติให้ความเข้มข้นของสารละลายมีค่าเท่ากับ 0 พบว่าเส้นกราฟจะตัดแกน y ที่จุด 5.6791 ตามสมการเส้นตรง $y = 64.74x + 5.6791$ ซึ่งค่าที่เป็นจุดตัดแกน y นี้เรียกว่าค่า intrinsic viscosity $[\eta]$ ซึ่งนำมาใช้คำนวณหาน้ำหนักโมเลกุล (M_v) ตามสมการของ Mark-Houwink

$$[\eta] = KM_v^a \quad \text{๑.5}$$

โดยที่ค่า K และ a คือค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับระบบตัวทำละลายและชนิดของโพลิเมอร์ ซึ่งจากตัวทำละลายที่ใช้คือ 0.5M HOAc + 0.5M NaOAc พบว่ามีค่า K เท่ากับ 1.99×10^{-3} dL/g และค่า a เท่ากับ 0.59 แทนค่า $[\eta]$, K และ a

$$5.6791 = 1.99 \times 10^{-3} M_v^{0.59} \quad \text{๑.6}$$

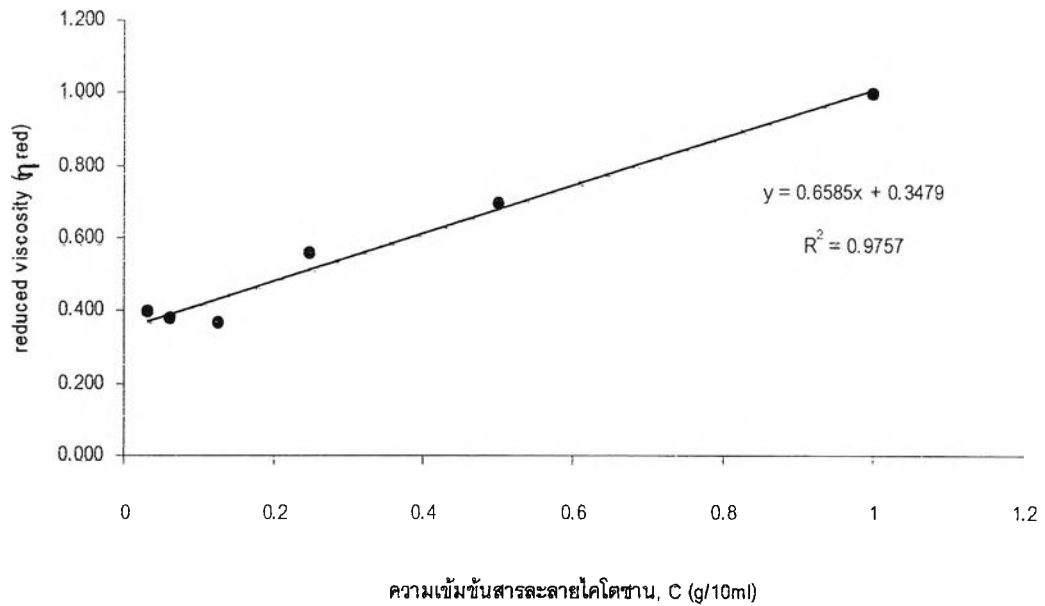
$$M_v = 718,877 \quad \text{๑.7}$$

2. ตัวอย่างข้อมูลการหาน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซานที่ฉายรังสีที่สภาวะของแข็ง 60 kGy และฉายรังสีต่อที่สภาวะสารละลายกรดอะซิติก 30 kGy

จากข้อมูลตารางที่ 4.6 ข้อมูลการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งมีค่าความผิดพลาดจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.79 % ซึ่งผลการทดลองหาค่า efflux time และการคำนวณหาค่า specific viscosity (η_{sp}) และค่า reduced viscosity (η_{red}) แสดงดังตารางที่ ง.3

ตารางที่ ง.3 แสดงค่า efflux time, specific viscosity (η_{sp}) และ reduced viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างโคโคซานที่ผ่านการฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง)+30(สารละลาย)kGy จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 2 ตามตารางที่ 4.6

| ความเข้มข้นของ สารละลายโคโคซาน (g/100ml.) | Efflux Time (วินาที) | | | η_{sp} | η_{red} |
|---|----------------------|------------|--------|-------------|--------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | เฉลี่ย | | |
| 0 (ตัวทำละลาย) | 892 | 896 | 894 | | |
| 0.03125 | 909 | 901 | 905 | 0.012 | 0.394 |
| 0.06250 | 908 | 922 | 915 | 0.023 | 0.376 |
| 0.12500 | 940 | 930 | 935 | 0.046 | 0.367 |
| 0.25000 | 1011 | 1027 | 1019 | 0.140 | 0.559 |
| 0.50000 | 1216 | 1192 | 1204 | 0.347 | 0.694 |
| 0.75000 | 1201 | 1239 | 1220 | 0.365 | 0.486 |
| 1.00000 | 1791 | 1775 | 1783 | 0.994 | 0.994 |



รูปที่ ๔.๒ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโคโคซานกับค่า reduced viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างโคโคซานที่ผ่านการฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง)+30(สารละลาย) kGy จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 2 ตามตารางที่ 4.6

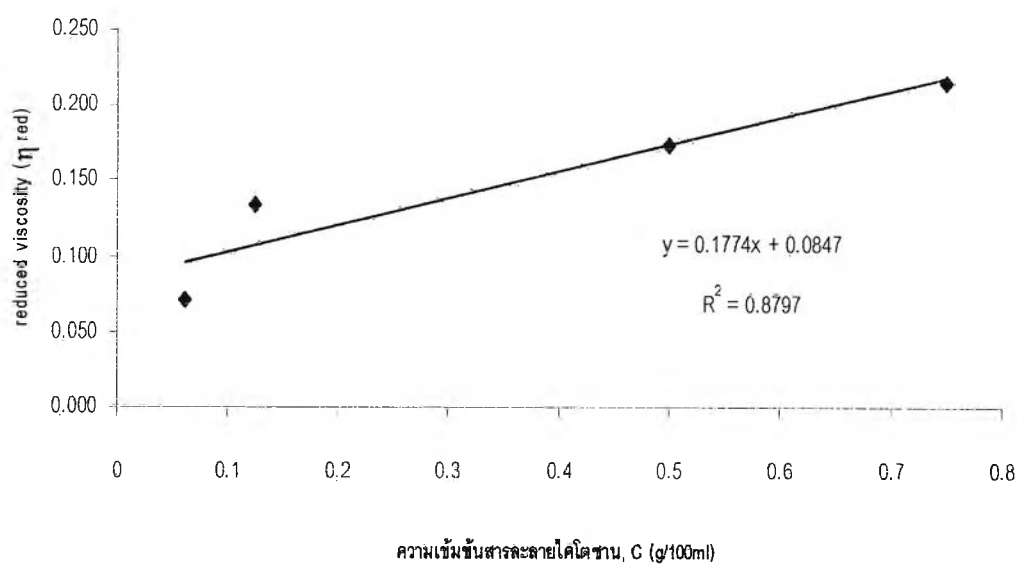
จากรูปที่ ๔.๒ จะได้ค่าจุดตัดแกน y ที่ 0.348 ซึ่งก็คือ intrinsic viscosity เมื่อนำไปแทนค่าในสมการ Mark-Houwink จะได้ค่า M_v เท่ากับ 40,384 ดอลตัน (ตามตารางที่ 4.6)

3. ตัวอย่างข้อมูลการหาน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซานที่ฉายรังสีที่สภาวะของแข็ง 60 kGy และฉายรังสีต่อที่สภาวะสารละลายกรดอะซิติก 110 kGy

จากข้อมูลตารางที่ 4.11 ข้อมูลการทดลองครั้งที่ 8 ซึ่งมีค่าความผิดพลาดจากค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.37% ซึ่งผลการทดลองหาค่า efflux time และการคำนวณหาค่า specific viscosity (η_{sp}) และค่า reduced viscosity (η_{red}) แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า efflux time, specific viscosity (η_{sp}) และ reduced viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างโคโคซานที่ผ่านการฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง) + 110(สารละลาย) kGy จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 8 ตามตารางที่ 4.11

| ความเข้มข้นของ สารละลายโคโคซาน (g/100ml.) | Efflux Time (วินาที) | | | η_{sp} | η_{red} |
|---|----------------------|------------|--------|-------------|--------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | เฉลี่ย | | |
| 0 (ตัวทำละลาย) | 899 | 897 | 898 | | |
| 0.03125 | 904 | 902 | 903 | 0.0056 | 0.178 |
| 0.06250 | 903 | 901 | 902 | 0.0044 | 0.071 |
| 0.12500 | 926 | 910 | 913 | 0.0167 | 0.134 |
| 0.25000 | 952 | 962 | 957 | 0.0657 | 0.263 |
| 0.50000 | 981 | 971 | 976 | 0.0868 | 0.174 |
| 0.75000 | 1047 | 1039 | 1043 | 0.1615 | 0.215 |
| 1.00000 | 1036 | 1052 | 1044 | 0.1626 | 0.162 |



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโคโคซานกับค่า reduced viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างโคโคซานที่ผ่านการฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง) + 110(สารละลาย) kGy จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 8 ตามตารางที่ 4.11

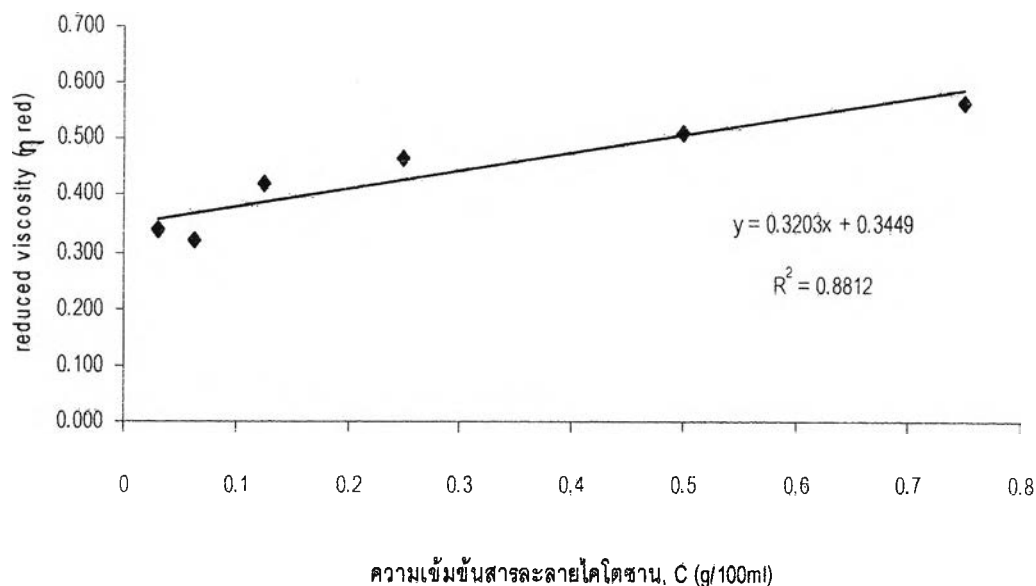
จากรูปที่ 3.3 จะได้ค่าจุดตัดแกน y ที่ 0.0847 ซึ่งก็คือ intrinsic viscosity เมื่อนำไปแทนค่าในสมการ Mark-Houwink จะได้ค่า M_v เท่ากับ 8,840 ดอลตัน (ตามตารางที่ 4.11)

4. ตัวอย่างข้อมูลการหาน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซานหลังจากผ่านการแยกน้ำหนักรีด
โมเลกุล เพื่อให้ได้น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 40,000 ดอลตัน

โคโตซานที่ฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง) + 30(สารละลาย) kGy เมื่อทำการ
แยกน้ำหนักรีดโมเลกุลในสภาวะ c (ตารางที่ 3.2) น้ำหนักโมเลกุลของตะกอน W_{c2} จากข้อมูลการ
ทดลองครั้งที่ 2 จากข้อมูลตารางที่ 4.19 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 40,000 มากที่สุด ซึ่งผลการทดลอง
หาค่า efflux time และการคำนวณหาค่า specific viscosity (η_{sp}) และค่า reduced viscosity
(η_{red}) แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5.5 แสดงค่า efflux time, specific viscosity (η_{sp}) และ reduced viscosity (η_{red})
ของตัวอย่างโคโตซานหลังจากผ่านการแยกน้ำหนักรีดโมเลกุลในสภาวะ c (ตารางที่
3.2) ของโคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60(ของแข็ง) + 30(สารละลาย) kGy จากข้อมูลการ
ทดลองครั้งที่ 2 ตามตารางที่ 4.19

| ความเข้มข้นของ สารละลายโคโตซาน (g/100ml.) | Efflux Time (วินาที) | | | η_{sp} | η_{red} |
|---|----------------------|------------|--------|-------------|--------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | เฉลี่ย | | |
| 0 (ตัวทำละลาย) | 950 | 948 | 949 | | |
| 0.03125 | 959 | 959 | 959 | 0.0105 | 0.337 |
| 0.06250 | 969 | 967 | 968 | 0.0200 | 0.320 |
| 0.12500 | 997 | 1001 | 999 | 0.0527 | 0.421 |
| 0.25000 | 1062 | 1056 | 1059 | 0.1159 | 0.464 |
| 0.50000 | 1190 | 1194 | 1192 | 0.2560 | 0.512 |
| 0.75000 | 1349 | 1355 | 1352 | 0.4246 | 0.566 |



รูปที่ ๔.๔ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า reduced viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานหลังจากผ่านการแยกน้ำหนักโมเลกุลในสภาวะ c ของไคโตซานที่ฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง) + 30(สารละลาย) kGy จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 2 ตามตารางที่ 4.19

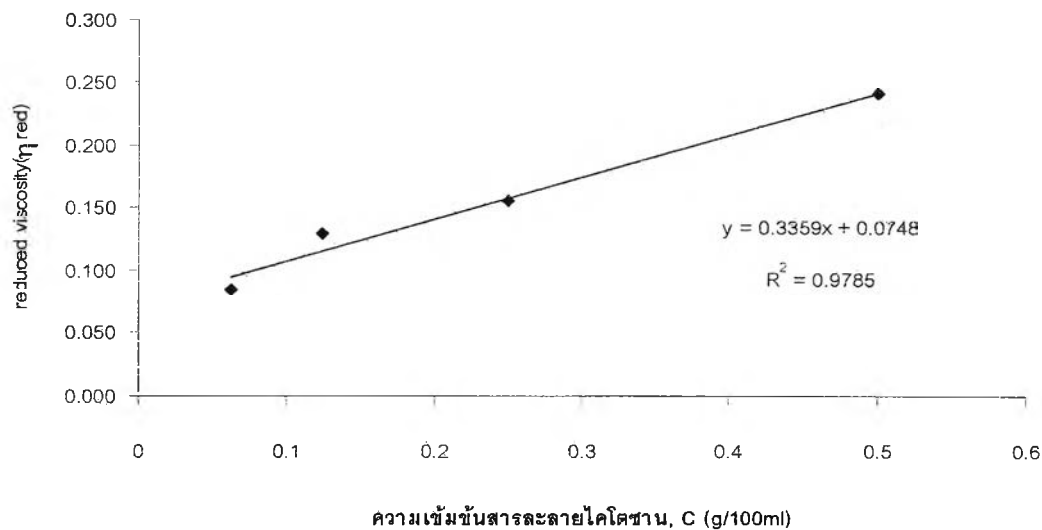
จากรูปที่ ๔.๔ จะได้ค่าจุดตัดแกน y ที่ 0.3449 ซึ่งก็คือ intrinsic viscosity เมื่อนำไปแทนค่าในสมการ Mark-Houwink จะได้ค่า M_v เท่ากับ 40,009 ดอลตัน (ตามตารางที่ 4.19)

5. ตัวอย่างข้อมูลการหาน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซานหลังจากผ่านการแยกน้ำหนักโมเลกุล เพื่อให้ได้น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 8,000 ดอลตัน

โคโตซานที่ฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง) + 110(สารละลาย) kGy เมื่อทำการแยกน้ำหนักโมเลกุลในสภาวะที่ 3 (ตารางที่ 3.4) น้ำหนักโมเลกุลของตะกอน W_{32} จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 4 จากข้อมูลตารางที่ 4.22 ซึ่งมีค่าความผิดพลาดจากค่าเฉลี่ย 7,915 ดอลตัน น้อยที่สุดคือ 2.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองหาค่า efflux time และการคำนวณหาค่า specific viscosity (η_{sp}) และค่า reduced viscosity (η_{red}) แสดงดังตารางที่ ๖.6

ตารางที่ ๖.6 แสดงค่า efflux time, specific viscosity (η_{sp}) และ reduced viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างโคโตซานหลังจากผ่านการแยกน้ำหนักโมเลกุลในสภาวะที่ 3 (ตารางที่ 3.4) ของโคโตซานที่ฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง) + 110(สารละลาย) kGy จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 4 ตามตารางที่ 4.22

| ความเข้มข้นของ สารละลายโคโตซาน (g/100ml.) | Efflux Time (วินาที) | | | η_{sp} | η_{red} |
|---|----------------------|------------|--------|-------------|--------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | เฉลี่ย | | |
| 0 (ตัวทำละลาย) | 925 | 923 | 924 | | |
| 0.03125 | 930 | 932 | 931 | 0.0046 | 0.242 |
| 0.06250 | 932 | 926 | 929 | 0.0054 | 0.086 |
| 0.12500 | 935 | 943 | 939 | 0.0162 | 0.130 |
| 0.25000 | 965 | 955 | 960 | 0.0390 | 0.156 |
| 0.50000 | 1032 | 1040 | 1036 | 0.1212 | 0.242 |



รูปที่ ๔.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโคโตซานกับค่า reduced viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างโคโตซานหลังจากผ่านการแยกน้ำหนักรีดในสภาวะที่ 3 ของโคโตซานที่ฉายรังสีที่สภาวะ 60(ของแข็ง) + 110(สารละลาย) kGy จากข้อมูลการทดลองครั้งที่ 4 ตามตารางที่ 4.22

จากรูปที่ ๔.5 จะได้ค่าจุดตัดแกน y ที่ 0.0748 ซึ่งก็คือ intrinsic viscosity เมื่อนำไปแทนค่าในสมการ Mark-Houwink จะได้ค่า M_v เท่ากับ 7,734 ดอลตัน (ตามตารางที่ 4.22)



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววรรณวิมล ปาสาณพันธ์ เกิดเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2522 ที่ ต.ท่า
นัด อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชารังสีประยุกต์และ
ไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อ
ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2543 และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2546