รายการอ้างอิง

Adachi, S. Simulated moving-bed chromatography for continuous separation of two components and it application to bioreactors. *J. Chromatog. A* 658 (1994): 271-282

Barber, J. A., Perkins, J. D., and Sargent, R. W. H. Boundaray condition for flow with dispersion. *Chem. Engng. Sci.* 53 (1997): 1463-1464.

Barker, P., E., England, K., and Vlachogiannis, G. Mathematical model for the fractionation of dextran on a semi-continuous counter-current simulated moving bed chromatography. *Chem. Eng. Res. Des.* 61 (1983): 241-247.

Broughton, D. B. Production-scale adsorptive separations of liquid mixtures by simulated moving-bed technology. *Sep. Sci. Technol.* 19 (1984): 723-736.

Cavoy, E., et. al. Laboratory-developed simulated moving bed for chiral drug separations. Design of the system and separation of tramadol enantiomers. *J. Chromatog. A* 769 (1997): 49-57.

Charton, F., and R. M. Nicoud. Complete design of a simulated moving bed. *J. Chromatog. A* 702 (1995): 97.

Chiang, A. S. T. Continuous chromatographic process based on SMB technology. *AIChE J.* 44 (1998): 1930-1932.

Chiang, A. S. T. Equilibrium theory for simulated moving bed adsorption process. *AIChE J.*

44 (1998):2431-2441.

Chiang, A. S. T. Complete separation conditions for a local equilibruim TCC Adsorption unit. *AIChE J.* 44 (1998): 332-340.

Ching, C. B., Chu, K. H., Hidajat, K., and Uddin, M. S. Comparative study of flow schemes for a simulated counter current adsorption separation process. *AIChE J.* 38 (1992): 1744-1750.

Ching, C. B., Chu, K. H., and Hidajat, K. Multicomponent separation using a column switching chromatographiv method. *AIChE J.* 34 (1994): 1834-1849.

Ching, C. B., Ruthven, D. M.,Experimental study of simulated counter-currentadsorption system-I Isothermal steady state operation. *Chem. Engng. Sci.* 40 (1985):877-885.

Ching, C. B., Ruthven, D. M.,Experimental study of simulated counter-currentadsorption system-II Transient response. *Chem. Engng. Sci.* 40 (1985): 877-885.

Ching, C. B., Ruthven, D. M., and Hidajat, R. Experimental study of simulated counter-current adsorption system-III Sorbex operation. *Chem. Engng. Sci.* 40 (1985): 1411-1417.

Ching, C. B.,and Ruthven, D. M. Experimental study of simulated counter-current adsorption system-IV Non isothermal operation. *Chem. Engng. Sci.* 40 (1985): 3063-3071.

Ching, C. B.,and Ruthven, D. M. An improved adsorption process for the production of high fructose syrup. *AIChE J.* 32 (1986): 1876-1880.

Ching, C. B., et al. Experimental study of a simulated counter-current adsorption system-V comparision of resin and zeolite adsorbents for fructose-glucose separation at high concentration. *Chem. Engng. Sci* 42 (1987): 2547-2555.

Ching, C. B., Ho, C., and Ruthven, D. M. Experimental study of a simulated counter-current adsorption system-VI Nonlinear systems. *Chem. Engng. Sci* 43 (1988): 703-711.

Ching, C. B., and Lim, B. G. Preparative resolution of praziquantel enantiomers by simulated counter-current chromatography. *J. Chromatog. A* 643 (1993): 215-219.

Ching, C. B., and Lu, Z. P. Parabolic intraparticle concentration profile assumption in modeling and simulation of nonlinear simulated moving-bed separation processes. *Chem. Engng. Sci.* 53 (1998): 1311-1315.

Czok, M., and Guiochon, G. Comparison of the results obtained with different models for the simulation of preparative chromatography *Comput. chem. Engng.* 14 (1990): 1435-1443.

de Roset A. J., Neuzil R. W., and Broughton D. B., in Percolation Processes: Theory and Practice (Edited by Rodrigues A. E. and Tondeur D) NATO ASI No. 33 Sitjthoff and Noordhoff,Alphen van Rijin,Holland,1981

Dunnebier, G., Weirich, I., and Klatt, K.-U. Computationally efficient dynamic modelling and simulation of simulated moving bed chromatographic process with linear isotherms. *Chem. Engng. Sci.* 53 (1998): 2537-2546.

Francotte, E., and Richert, P. Applications of simulated moving bed chromatographiy to the separation of the enantiomers of chiral drugs. *J. Chromatog. A* 769 (1997) 101-107.

Guiochon, G., Shirazi, S. G., and Katti, A. *Fundamentals of preparative and nonlinear chromatography.* Boston: Academic Press, 1994.

Hidajat, K., Ching, C. B., and Ruthven, D. M. Experimental study of a simulated counter-current adsorption processes: a theoretical study of the effect of sub-dividing the adsorbent bed. *Chem. Engng. Sci.* 41 (1986b): 2953-2956.

Hotier, G. Physically meaningful modeling of the 3-zone and 4-zone simulated moving bed process. *AIChE J.* 42 (1996): 154-160.

Kaczmarski, K., and Antos, D. Fast finite difference method for solving multicomponent adsorption chromatography models. *Comput. chem. Engng.* 20 (1996): 1271-1276.

Kubota, K., and Hayashi, S. Preparative chromatographic separation with moving feed ports *J. Chromatog. A* 658 (1994): 259-270.

Liapis, A. I., and Rippin, D. W. T. Simulation of binary adsorption in continuous counter-current opreation in comparison with other operating mode. *AIChE J.* 25 (1979): 455-460.

Ma, Z., and Wang, N.-H., L. Standing wave analysis of SMB chromatography: Linear systems. *AIChE J.* 43 (1997): 2488-2508.

Mazzotti, M., Storti, G., and Morbidelli, M. Design of countercurrent adsorption separation processes: 2. Multicomponent systems. *AIChE J.* 40 (1994): 1825-1842.

Mazzotti, M., Storti, G., and Morbidelli, M. Design of countercurrent adsorption separation processes: 3. Nonstoichiometric systems. *AIChE J.* 42 (1996): 2784-2796.

Mazzotti, M., Storti, G., and Morbidelli, M. Optimal operation of simulated moving bed units for nonlinear chromatographic separations.*J. Chromatog. A* 769 (1997): 3-24.

Mazzotti, M., Storti, G., and Morbidelli, M. Design of countercurrent adsorption separation processes: 4. Desorbent in the feed. *AIChE J.* 43 (1997): 64-72.

Morbidelli, M., et al. Role of the desoebent in bulk adsorption separations application to a chlorotoluene isomer mixture. *Chem. Engng. Sci.* 40 (1985): 1155-1167.

Nakamura, S. *Applied numerical methods in C.* NJ: Prentice Hall, 1993.

Negawa, M., and Shoji, F. Optical resolution by simulated moving bed adsorption technology.

J. Chromatog. A 590 (1992): 113-117.

Oliver, M. G., and Jadot, R. Adsorption of light hydrocabons and carbon dioxide on siliga gel. *J. Chem. Eng. Data* 42 (1997): 230-233.

Pais, L. S., Loureiro, J. M., and Rodrigues, A. E. Separation of 1,1'-bi-2-naphthol enantiomers by continuous chromatography in simulated moving bed. *Chem. Engng. Sci.* 52 (1997): 245-257.

Rhee, H. K., and Amundson, N. R. Analysis of multicomponent separation by displacement development. *AIChE J.* 28 (1982): 423-433.

Rodrigues, A. E., et. al. Separation of enantiomers of 1a,2,7,7a-tetrahydro-3-methoxynaphtha-(2,3b)-oxirane by liquid chromatography: laboratory-scale elution chromatography and modelling of simulated moving bed. *J. Chromatog. A* 702 (1995): 223-231.

Ruthven, D. M. *Principles of Adsorption and Adsorption Process* New York:John Wiley , 1984.

Ruthven, D. M., and Ching, C. B. Counter-current and simulated counter-current adsorption separation process. *Chem. Engng. Sci.* 44 (1989): 1011-1038.

Schulte, M., et. al. Comparison of the specific productivity of different chiral stationary phases used for simulated moving bed chromatography. *J. Chromatog. A* 769 (1997): 93-100.

Storti, G., Baciochi, R., Mazzotti, M., and Morbidelli, M. Design of optimal operating conditions of simulated moving bed adsorptive separation units. *Ind. Eng. Chem. Res.* 34 (1995): 288-301.

Storti, G., Masi, M., Carra, S., and Morbidelli, M. Optimal design of multicomponent adsorption separation process involving nonlinear equilibria. *Chem. Engng. Sci.* 44 (1989): 1329-1345.

Storti, G., Masi, M., Paludetto, R., Morbidelli, M., and Carra, S. Adsorption separation

processes: countercurrent and simulated counter current operations. *Comput. chem. Engng.* 12 (1988): 473-482.

Storti, G., Mazzotti, M., Morbidelli, M., and Carra, S. Robust design of binary counter-current adsorption separation process. *AIChE J.* 39 (1993): 471-492.

Sun., L. M., Le Quere, P., and Leven, M. D. Numerical simulation of diffusion-limited PSA process models by finite difference methods. *Chem. Engng. Sci.* 51 (1996): 5341-5352.

Tien, Chi. *Adsorption calculations and modeling.* Boston: Butterworth-Heinemann, 1994.

Tonkovich, A. L. Y., and Carr, R. W. Experimental evaluation of designs for the simulated countercurrent moving bed separator. *AIChE J.* 42 (1996): 683-690.

Yun, T., Zhong, G., and Guiochon, G., Simulated moving bed under linear conditions: Experimental vs. calculated results. *AIChE J.* 43 (1997): 935-945.

Yun, T., Zhong, G., and Guiochon, G., Experimental study of the influence of the flow rate in SMB chromatography. *AIChE J.* 43 (1997): 2970-2983.

Zhong, G., and Guichon, G. Optimum liquid and solid-phase velocity for minimum shock layer thickness in counter-current chromatography. *J. Chromatog. A* 721 (1996): 187-201.

Zhong, G., and Guichon, G. analytical solution for the linear ideal model of simulated moving bed chromatography. *Chem. Engng. Sci.* 51 (1996): 4307-4319.

Zhong, G., and Guichon, G. Simulated moving bed chromatography. Effects of axial dispersion and mass transfer under linear conditions. *Chem. Engng. Sci.* 52 (1997): 3117-3132.

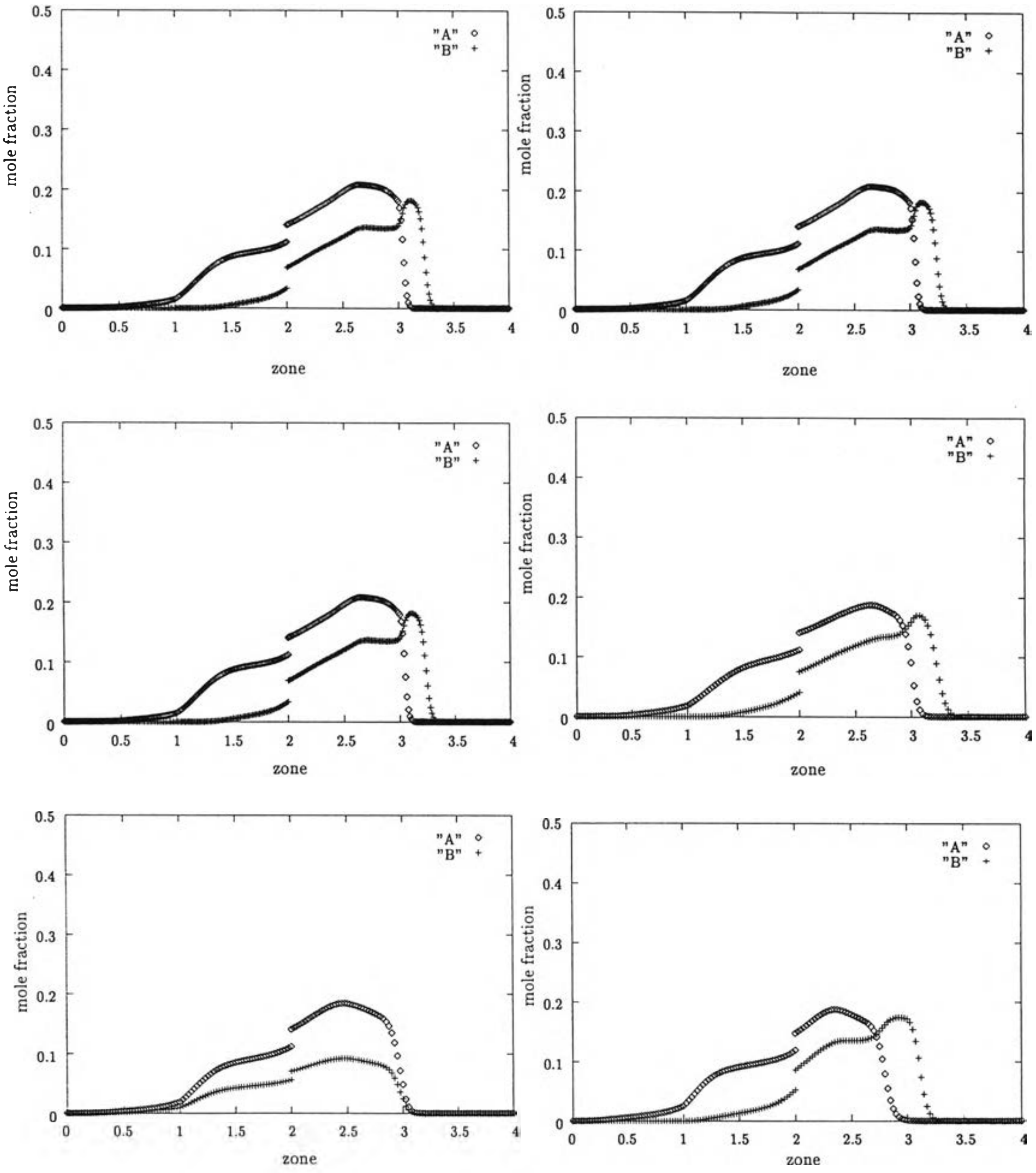
Zhong, G., and Guichon, G. steady state analysis of simulated moving bed chromatography using the linear, ideal model. *Chem. Engng. Sci.* 53 (1998): 1121-1130.

Zhong, G., and Smith, M. S., and Guiochon, G. Effect of the flow rates in linear ideal simulated moving bed chromatography. *AIChE J.* 43 (1997): 2960-2969.

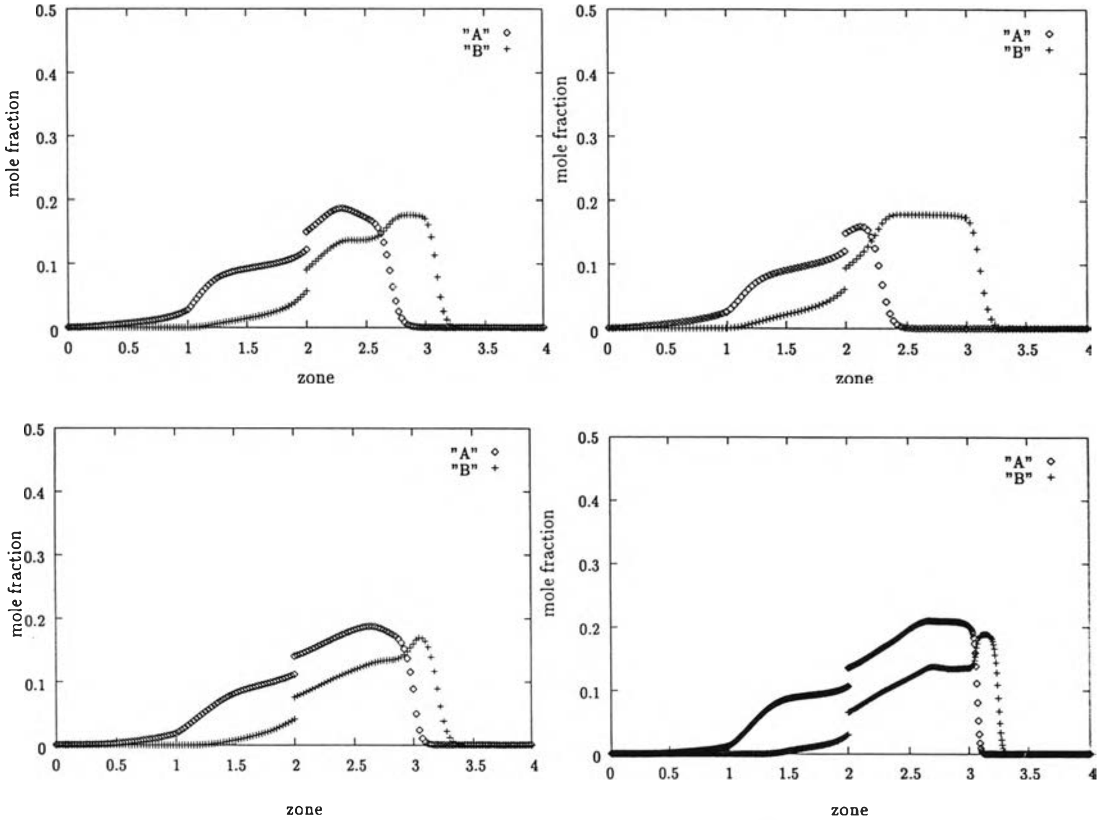
ภาคผนวก ก

ลักษณะการกระจายความเข้มข้นของระบบ SMB ที่สภาวะคงตัว ณ เวลาท้ายคาบของการเลื่อนตำแหน่งดึงสารเข้าออกจากระบบ

ก.1 ตัวคายการดูดซับเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

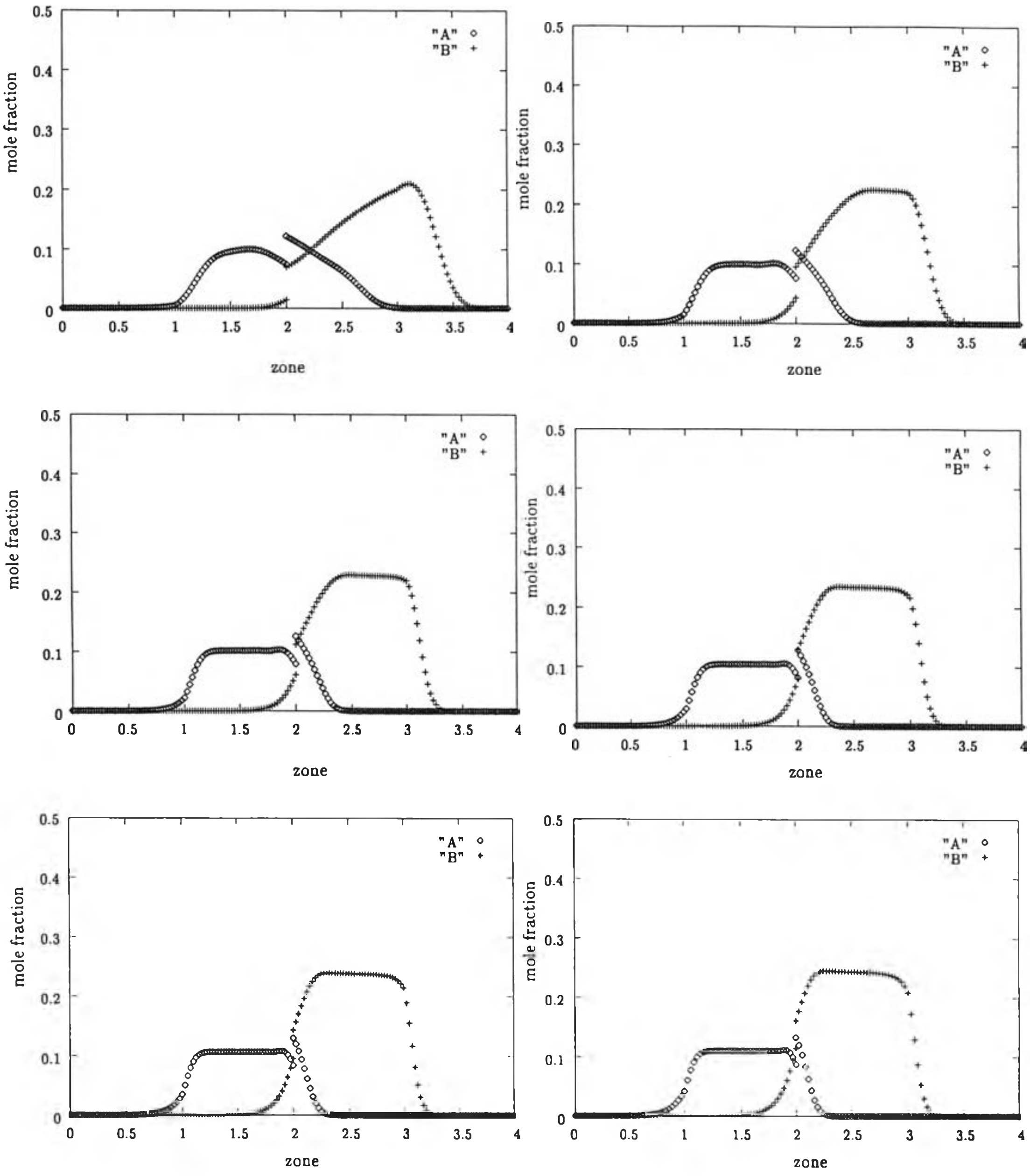


รูปที่ ก.1: แสดงการกระจายความเข้มข้น ของระบบ SMB เมื่อใช้ตัวคายการดูดซับเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (1): ใช้ m_j เท่ากับระบบ TMB (2): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.05 เท่าของระบบ TMB (3): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.1 เท่าของระบบ TMB (4): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.15 เท่าของระบบ TMB (5): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.2 เท่าของระบบ TMB (6): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.25 เท่าของระบบ TMB

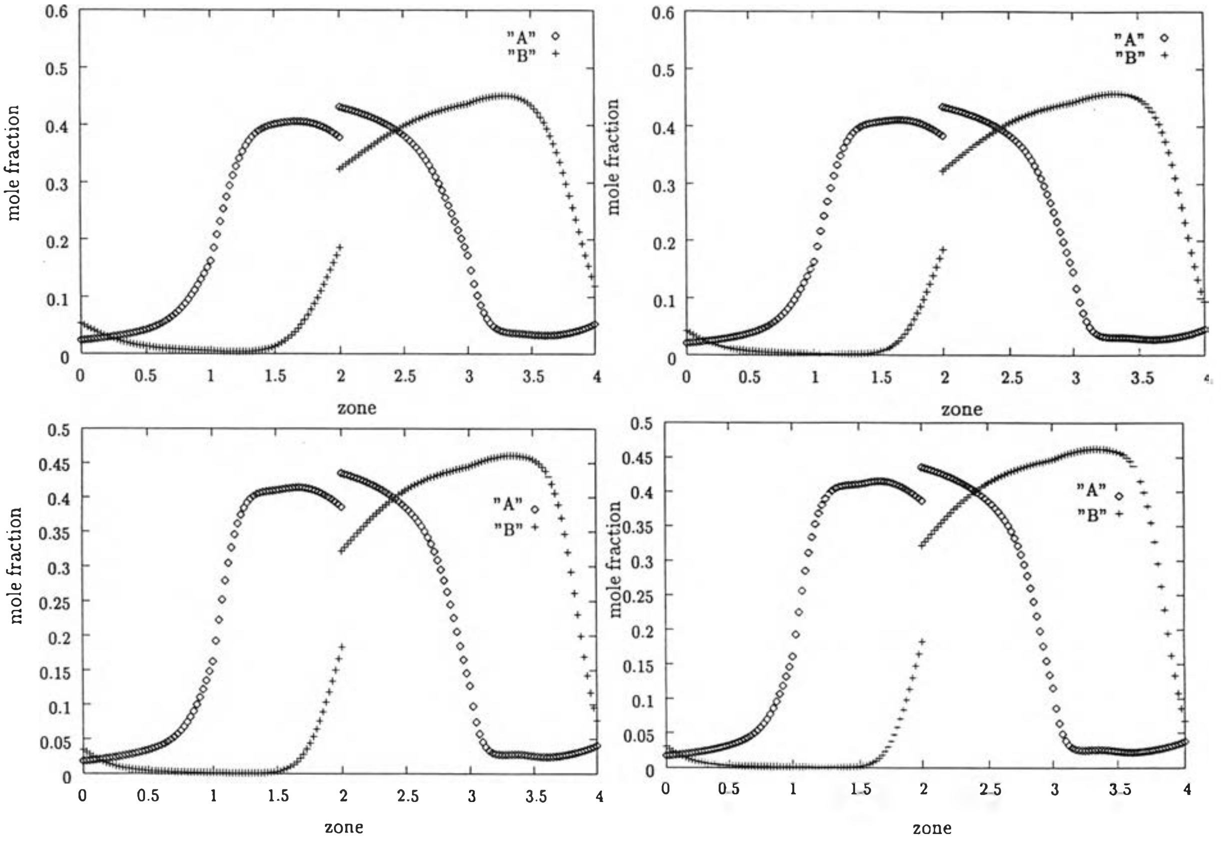


รูปที่ ก.2: แสดงการกระจายความเข้มข้นของระบบ SMB เมื่อใช้ตัวคายการดูดซับเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (1): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 2 (2):ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 3 (3): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 4 (4):ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 5

ก.2 ตัวคายการดูดซับเป็น มีเทน

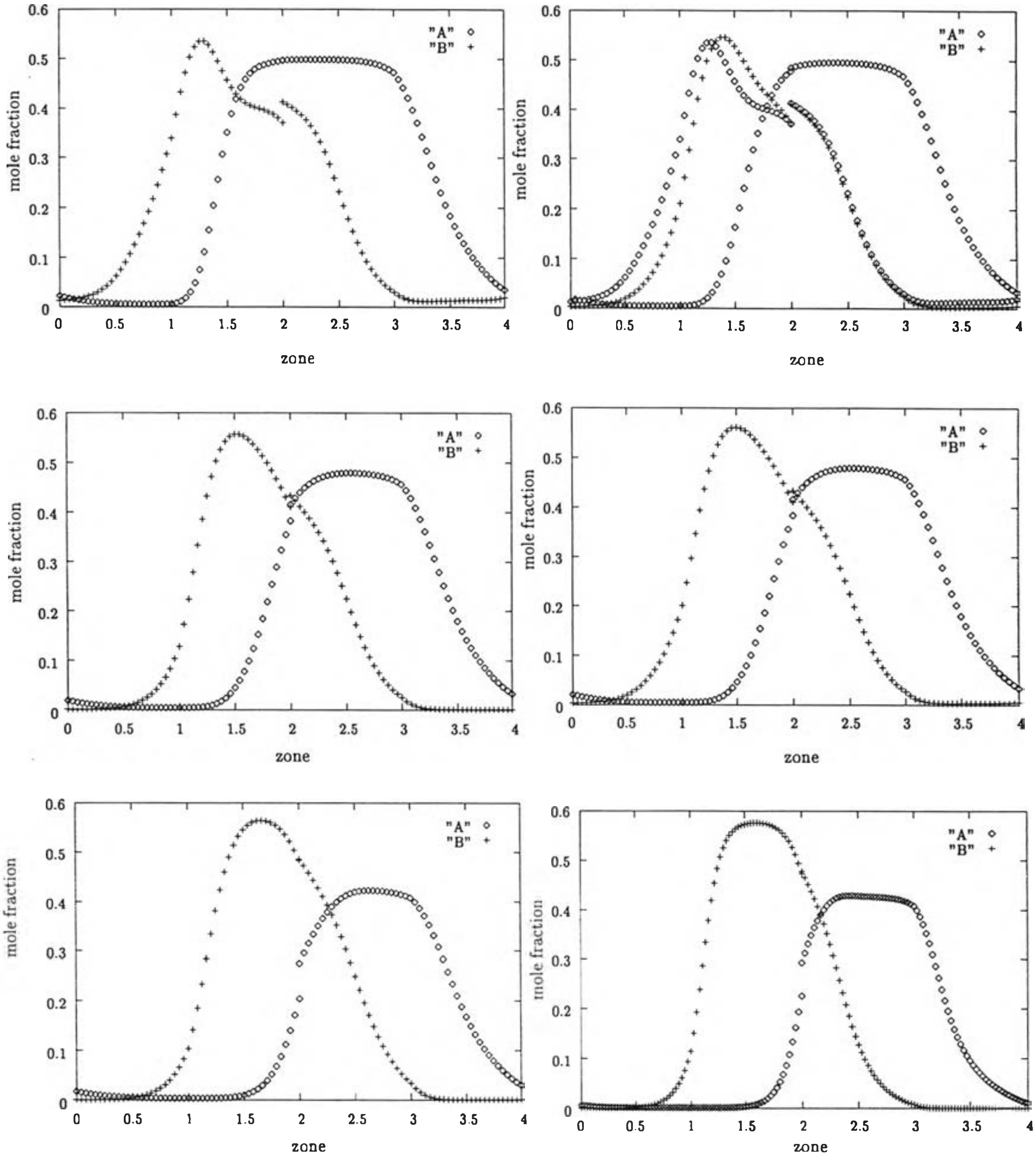


รูปที่ ก.3: แสดงการกระจายความเข้มข้นของระบบ SMB เมื่อใช้ตัวคายการดูดซับเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (1): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 1 (2):ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 2 (3): ใช้คอลัมน์pย่อยเป็น 3 (4):ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 4 (5): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 5 (6):ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 6



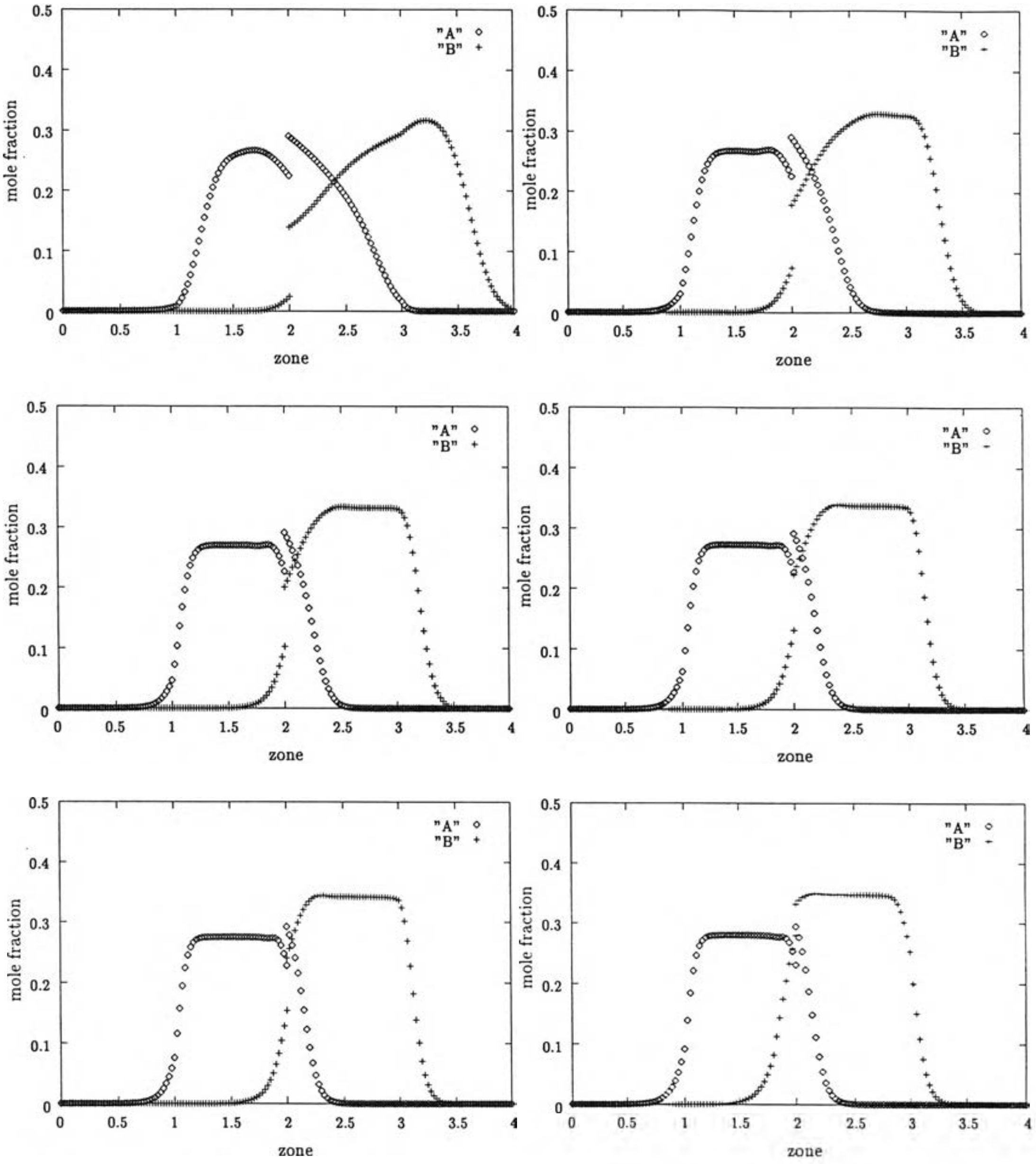
รูปที่ ก.4: แสดงการกระจายความเข้มข้นของระบบ SMB เมื่อใช้ตัวคายการดูดซับเป็นมีเทน (1): ใช้ความยาวแต่ละโซนเป็น 25 cm (2): ใช้ความยาวแต่ละโซนเป็น 50 cm (3): ใช้ความยาวแต่ละโซนเป็น 100 cm (4): ใช้ความยาวแต่ละโซนเป็น 200 cm

ก.3 ตัวคายการดูดซับเป็นไนโตรเจน

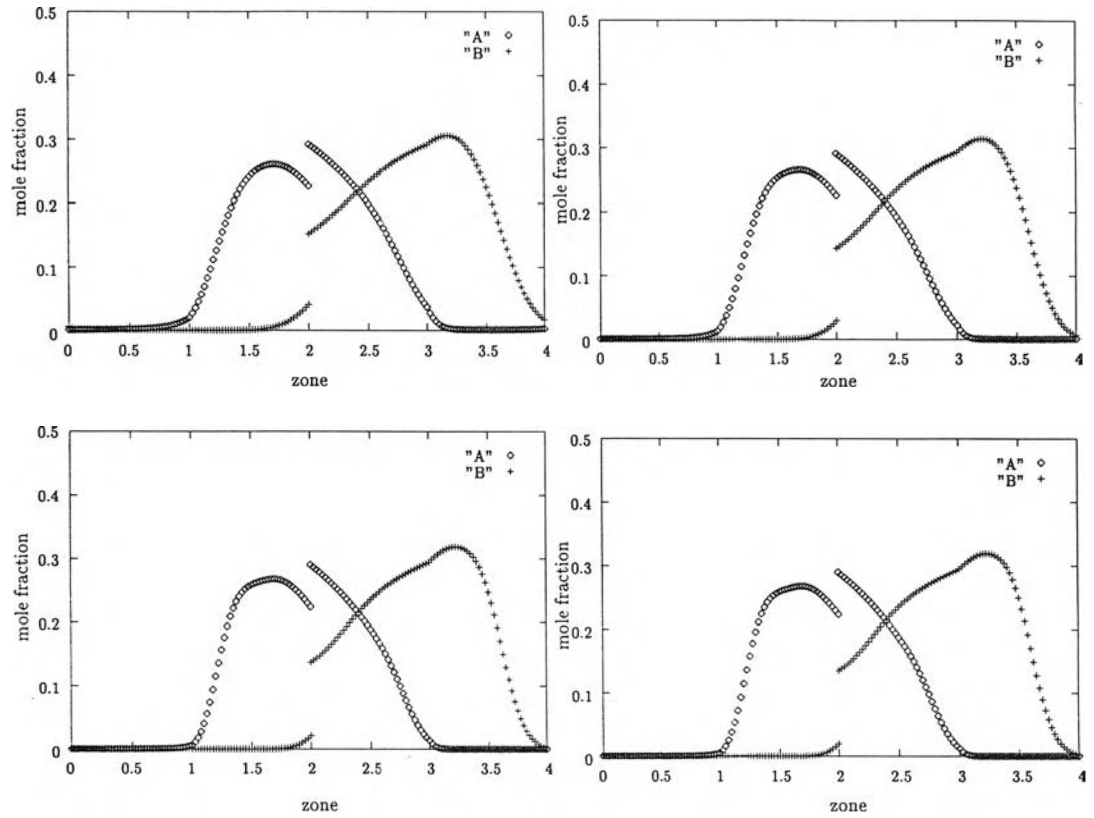


รูปที่ ก.5: แสดงการกระจายความเข้มข้นของระบบ SMB เมื่อใช้ตัวคายการดูดซับเป็นไนโตรเจน (1): ใช้ m_j เท่ากับระบบ TMB (2): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.05 เท่าของระบบ TMB (3): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.1 เท่าของระบบ TMB (4): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.15 เท่าของระบบ TMB (5): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.2 เท่าของระบบ TMB (6): ใช้ m_j เท่ากับระบบ 1.25 เท่าของระบบ TMB

ก.4 ตัวคายการดูดซับเป็น โพรเพน



รูปที่ ก.6: แสดงการกระจายความเข้มข้นของระบบ SMB เมื่อใช้ตัวคายการดูดซับเป็นโพรเพน (1): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 1 (2): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 2 (3): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 3 (4): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 4 (5): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 5 (6): ใช้คอลัมน์ย่อยเป็น 6



รูปที่ ก.7: แสดงการกระจายความเข้มข้นของระบบ SMB เมื่อใช้ตัวคายการดูดซับเป็นโพรเพน (1): ใช้คอลัมน์ยาวแต่ละโซนเป็น 25 cm (2): ใช้คอลัมน์ยาวยาวแต่ละโซนเป็น 50 cm (3): ใช้คอลัมน์ยาวยาวแต่ละโซนเป็น 200 cm (4): ใช้คอลัมน์ยาวยาวแต่ละโซนเป็น 400 cm

ประวัติผู้เขียน

นายธวัชชัย พราวแจ้ง เกิดเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2514 จบการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2538 และเข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย