

**บรรณานุกรม**

- Bhattacharya M and Hanna M.A., 1986. Viscosity modeling of dough in extrusion, *Journal of Food Technology*, 22, 167-174.
- Bertrand F., Tanguy P.A., and Thibault F., 1997. A three-dimensional fictitious domain method for incompressible fluid flow problems, *International Journal for Numerical Method in Fluids*, 25, 719-736.
- Bertrand F., Thibault F., Delamare L. and Tanguy P.A., 2002. Adaptive finite element simulations of fluid flow in twin-screw extruders, *Computers and Chemical Engineering*, 1-10.
- Bird R.B., Armstrong R.C. and Hassager O., 1987. Dynamics of polymeric liquids, Vol. 1, *Fluid Mechanics*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley, New York.
- Cervone N.W. and Harper J.M., 1978. Viscosity of an intermediate moisture dough, *Journal of Food Process Engineering*, 2, 83-95.
- Chang R.Y. and Lin K.J., 1995. The hybrid FEM/FDM computer model for analysis of the metering section of a single screw extruder, *Polymer Engineering and Science*, 35, 1748-1757.
- Darby R., 1976. *Viscoelastic Fluids*, Marcel Dekker, New York.
- Elibirli B. and Lindt J.T., 1984. A note on numerical treatment of the thermally developing flow in screw extruders, *Polymer Engineering and Science*, 24, 482-487.
- Fenner R.T., 1977. Developments in the analysis of steady screw extrusion of polymers, *Polymer Engineering and Science*, 18, 617-635.
- Gopalakrishna S. and Jaluria Y., 1992. Modeling of starch gelatinization in a single screw extrude in *Food Extrusion Science and Technology* (J.L. Kokini, Ho C.T., and Karw M.V., editors), Marcel Dekker, New York.
- H K Versteeg and W Malalasekera., 2007 . *An Introduction to COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS, The Finite Volume Method*, 2<sup>nd</sup> edition, Peason Education Limited, England.

- Karmal M.R. and Ryan M.E., 1989. Models of material behavior in Fundamentals of computer modeling for polymer processing (C.L. Tucker III, editor), SPE, New York.
- Karwe M.V. and Jaluria Y., 1990. Numerical simulation of fluid flow and heat transfer in a single screw extruder for non-Newtonian fluids, Numerical Heat Transfer, 17, 167-190.
- K.P Choo, N.R. NEELAKANTAN and J.F.T.PITTMAN., 1980. experimental Deep-Channel Velocity Profile and Operating Characteristics for a Single-Screw Extruder. Polymer Engineering and Scienc, 20,349-356
- Kumar M. Dhanasekharan and Jozef L. Kokini., 2003. Design and scaling of wheat dough extrusion by numerical simulation of flow and heat transfer, Journal of Food Engineering, 60, 421-430.
- Lindt J.T., 1989. Flow of a temperature dependent power law model fluid between paralle plates: an approximation for flow in a screw extruder, Polymer Engineering and Scienc, 29, 471-478.
- L.J Wang et al., 2004. Finite Element Modeling of Fluid Flow , Heat transfer and Melting of Biomaterial in a single – screw Extrusion, Journal of Food Engineering and Physical Properties, 69,212 -223
- Mackey K.L. and Ofoli R.Y., 1990. Rheology of low to intermediate moisture whole wheat flour doughs, Cereal Chemistry, 67, 221-226.
- Maddock B.H., 1974. Extruder scale-up by computer, Polymer Engineering and Science, 14, 853-858.
- Morgan R.G., Steffe J.F. and Ofoli R.Y., 1989. A generalized viscosity model for extrusion of protein doughs, Journal of Food Process Engineering, 11, 55-78.
- Narpinder Singh and Andrew C.Smith., 1997. A Comparison of Wheat Starch, Whole Wheat Meal and Oat Flour in the Extrusion Cooking Process, Journal of Food Engineering, 34, 15-32.
- Pearson, J.R.A., 1976. Scale-up of single screw extruders for polymer processing, Plastics and Rubber: Processing, 1, 113-118.

- Remsen C.H. and Clark J.P., 1978. A viscosity model for cooking dough, *Journal of Food Process Engineering*, 2, 39-64.
- Syrjala S., 1999. On the analysis of fluid flow and heat transfer in the melt conveying section of a single screw extruder, *Numerical Heat Transfer, Part A*, 35, 25-47.
- Thibault F. and Tanguy P.A., 1994. A numerical model for single screw extrusion with PVC resins, *Polymer Engineering Science*, 34, 1377-1386.
- Y.Li and F.Hsieh. Modeling of Flow in a Single Screw Extruder, *Journal of Food Engineering*, 27, 353-375.
- X. Weert el at., 2000. Screw extrusion of food powder: prediction and performance , *Journal of Chemical Engineering Science*,56,1933-1949.

**ภาคผนวก ก**

**สัญลักษณ์และความหมาย**

### สัญลักษณ์

$a, b$	Factors defined in equations (1-12) and (1-24)
$D$	Screw diameter (m)
$D_b$	Internal barrel diameter (m)
$e$	The flight width (m)
$F_d^*$	Factor of drag flow
$F_p^*$	Factor of pressure flow
$g_z$	Pressure gradient in the down channel direction in equation (1-32)
$H$	The maximum channel depth (m)
$k$	Consistency index
$MC$	Moisture Content (%)
$\dot{m}$	Mass flow rate (kg/s)
$N$	Screw Speed (rpm)
$n$	Power law index
$n_l$	The number of leads
$p$	Number of parallel flight
$P$	Pressure (Pa)
$P_z$	The dimensionless pressure
$\partial P / \partial z$	Pressure gradient in the down channel direction
$\partial P / \partial y$	Pressure gradient in the channel depth direction
$\partial P / \partial x$	Pressure gradient in the cross channel direction

$Q_{leakage}$	Volumetric flow rate of leakage flow ( $m^3/s$ )
$Q_z$	Down channel volumetric flow rate ( $m^3/s$ )
$R_b$	Internal barrel radius (m)
$R_s$	Screw root radius (m)
$T_0$	Reference temperature (K, °C)
$T$	Temperature (K, °C)
$\dot{V}$	Volumetric flow rate
$\dot{V}^0$	The dimensionless throughput
$v_x, v_y, v_z$	Component of velocity in $x, y$ and $z$ direction respectively (m/s)
$v_a$	Axial velocity (m/s)
$v_{bz}$	Velocity of barrel in $z$ direction (m/s)
$W$	Width of channel at the internal radius of barrel (m)
$x$	Channel width coordinate
$y$	Channel depth coordinate
$z$	Down channel coordinate
$\eta$	Apparent viscosity (Pa.s)
$\dot{\gamma}$	Shear rate ( $s^{-1}$ )
$\mu$	Viscosity of the Newtonian fluid (Pa.s)
$\phi$	Helical angle of screw
$\phi_b$	Helical angle of screw at radius $R_b$
$\omega$	Rotation speed of screw (1/s)

**ภาคผนวก ข**

**ภาพเขียนแบบทางวิศวกรรมของสกรู**



## ประวัติผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกจาก Department of Food Science, Rutgers, the State University of New Jersey, US ปี ค.ศ. 2001 และระดับปริญญาโทจาก School of Packaging, Michigan State University, US ปี ค.ศ. 1997 มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ และวิศวกรรมอาหาร นอกจากงานสอนในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาบัณฑิต และดุษฎีบัณฑิต ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง ยังสนใจดำเนินงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยดำรงตำแหน่งเป็นหัวหน้าหน่วยวิจัยนวัตกรรมบรรจุภัณฑ์และอาหาร (Packaging and Food Innovation Research Unit, PFIR) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยผลิตผลงานวิจัยในสาขาวิชาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ซึ่งครอบคลุม งานวิจัยด้านวัสดุบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพจนถึงงานพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และงานวิจัยด้านนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตอาหาร และงานพัฒนาแบบความสัมพันธ์ทางวิศวกรรมการผลิตอาหาร ได้แก่ food process modeling, extrusion processing, non-thermal processing, plasma technology, rheological modeling & measurement และ advanced sensing device

