

**INFLUENCE OF MOLECULAR WEIGHT AND
MOLECULAR WEIGHT DISTRIBUTION ON
THE RHEOLOGICAL BEHAVIOR AND PROCESSIBILITY
OF HOMOPOLYMER BLENDS OF HDPE**

Ms. Anothai Pongsuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
and Case Western Reserve University

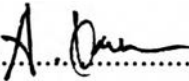
1999

ISBN 974-331-917-4


IA933753x

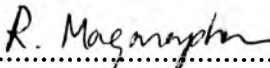
Thesis Title : Influence of Molecular Weight and Molecular Weight
Distribution on the Rheological Behavior and
Processibility of Homopolymer Blends of HDPE
By : Ms. Anothai Pongsuk
Program : Polymer Science
Thesis Advisors : Prof. Ica Manas-Zloczower
Dr. Rathanawan Magaraphan


Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn
University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master
of Science.


..... College Director
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee:


.....
(Prof. Ica Manas-Zloczower)


.....
(Dr. Rathanawan Magaraphan)


.....
(Assc. Prof. Anuvat Sirivat)

บทคัดย่อ

นางสาว อโณทัย พงศ์สุข : การผสมกันเองของโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง : อิทธิพลของมวลโมเลกุลและการกระจายของมวลโมเลกุล ต่อพฤติกรรมการไหลและ ความสามารถในการผลิต (Influence of Molecular Weight and Molecular Weight Distribution on the Rheological Behavior and Processibility of Homopolymer Blends of HDPE) อ.ที่ปรึกษา : ศ. ดร. ไอคา มานาส-สล็อตโซเวอร์ (Prof. Ica Manas- Zloczower) และ อ.ดร.รัตนวรรณ มกรพันธุ์ 69 หน้า ISBN 974-331-917-4

มวลโมเลกุลและการกระจายตัวของมวลโมเลกุลมีบทบาทสำคัญในการควบคุมสมบัติทางกลและความสามารถในการผลิตพอลิเมอร์ ชุดตัวอย่างของโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่มีมวลโมเลกุลและการกระจายของมวลโมเลกุลต่างกันได้นำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาสมบัติดังกล่าว โดยการผสมที่สัดส่วนต่างๆในเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูคู่ จากนั้นจึงนำไปศึกษาความสามารถในการผลิตในเครื่องรีดพลาสติกแบบสกรูเดี่ยวโดยการเปลี่ยนแปลงตัวแปรคือ หัวฉีดแบบกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 2 ขนาด ซึ่งมีความยาวเท่ากัน และเปลี่ยนแปลงความเร็วของสกรู จากนั้นจึงวัดอัตราการไหลของพอลิเมอร์ และความดันที่เปลี่ยนไปเพื่อศึกษาจุดปฏิบัติการของแต่ละตัวอย่าง ซึ่งพบว่าการเพิ่มปริมาณของพอลิเมอร์ที่มีมวลโมเลกุลสูงส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของจุดปฏิบัติการมากกว่าการเพิ่มปริมาณของพอลิเมอร์ที่มีการกระจายมวลโมเลกุลกว้างในพอลิเมอร์ผสม ในขณะที่อัตราการไหลเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความเร็วของสกรูมากกว่าตัวแปรด้านมวลโมเลกุลหรือการกระจายตัวของมวลโมเลกุล นอกเหนือจากนี้ ยังศึกษาถึงสมบัติทางกลและพฤติกรรมการไหล

ABSTRACT

##972003 : POLYMER SCIENCE PROGRAM

KEY WORD : Molecular Weight/Molecular Weight
Distribution/Homopolymer Blends

Anothai Pongsuk: Influence of Molecular Weight and
Molecular Weight Distribution on the Rheological Behavior and Processibility
of Homopolymer Blends of HDPE. Thesis Advisors: Prof. Ica Manas-
Zloczower and Dr. Rathanawan Magaraphan, 69 pp. ISBN 974-331-917-4

Molecular weight (Mw) and molecular weight distribution (MWD) play a key role in controlling mechanical properties and processibility of polymeric materials. A series of high density polyethylene (HDPE) with various Mw and MWD were investigated in terms of their mechanical properties and processibility. Blends of HDPE with various Mw and MWD at different compositions were produced in a twin-screw extruder under careful controlled conditions. A Brabender single screw extruder was used to evaluate the processing performance. The extrusion was conducted with 2 round dies of different diameters, and without a die; the output rate and pressure drop were measured. The experimental results showed that the presence of high Mw species significantly affected pressure build-up in the machine. Rheological, and mechanical properties of the blends were also investigated.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thanks to my advisor, Prof. Ica Manas-Zloczower from Case Western Reserve University and my co-advisor, Dr. Rathanawan Magaraphan at the Petroleum and Petrochemical College for their creating and guidance throughout this research work

Thanks also go to Mr. Bernd U. Jacob for taking time to help with the processing and also Mr. John W. Ellis for useful suggestion on testing procedure. A special thanks is offered to my family for giving love, encouragement and financial support. Acknowledgements are also directed to the staffs of PPC and also my friends in the Polymer Science Program.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Title Page	ii
Abstract (in English)	iii
Abstract (in Thai)	iv
Acknowledgements	v
Table of contents	vi
List of Tables	ix
List of Figures	x
CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
II LITERATURE SURVEY	2
2.1 Polymer Processing	2
2.2 Mechanical Properties	5
III EXPERIMENTAL	11
3.1 Materials	11
3.1.1 Characterization	12
3.2 Equipment	13
3.2.1 Melt Flow Index Tester	13
3.2.2 The Instron Capillary Rheometer	13
3.2.3 Universal Testing Machine	13
3.2.4 Lab Tech Compression Molding	14
3.2.5 Zoom Stereo Microscope	14
3.2.6 The Brabender Single Screw Extruder	15

CHAPTER		PAGE
	3.3 Methodology	16
	3.3.1 Condition for Blending	16
	3.3.2 The Operating Point	18
IV	RESULTS AND DISCUSSION	21
	4.1 Melt Flow Index Determination	21
	4.1.1 Effect of Mw	21
	4.1.2 Effect of MWD	22
	4.2 Study of Mechanical Properties	24
	4.2.1 Effect of Mw	24
	4.2.2 Effect of MWD	26
	4.3 Study of Processibility	27
	4.3.1 Effect of Mw	27
	4.3.2 Effect of MWD	28
	4.3.3 Effect of Die & Screw Speed	40
	4.4 Study of Rheological Properties	42
	4.4.1 Effect of Mw	42
	4.3.2 Effect of MWD	43
	4.5 Study on Melt Stability	47
	4.5.1 Effect of Mw	47
	4.5.2 Effect of MWD	48
V	CONCLUSIONS	54

CHAPTER	PAGE
REFERENCES	55
APPENDICES	59
CURRICULUM VITAE	69

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
3.1	The physical properties of high density polyethylene	11
3.2	The molecular parameter of HDPE	12

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
3.1 The screw geometry	19
3.2 The screw characteristic	19
3.3 Intersection of screw and die characteristics	20
4.1 Comparison of melt flow index for blend system 1 and reference sample at 190°C / 2.16 kg	22
4.2 Comparison of melt flow index for blend system 2 and reference sample at 190°C / 2.16 kg	23
4.3 The MWD curves of blend system 2 from GPC hi-temp	23
4.4 Tensile strength at break vs. composition ratio of blend system 1 under crosshead speed 450 mm/min	25
4.5 Young's modulus vs. composition ratio of blend system 1 under crosshead speed 450 mm/min	25
4.6 Tensile strength at break vs. composition ratio of blend system 2 comparing with reference sample under crosshead speed 100 mm/min.	26
4.7 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 1 (LW1/HW1) at the 1 mm diameter die	30

FIGURE	PAGE
4.8 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 1 (LW1/HW1) at the 4 mm diameter die	31
4.9 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 1 (LW2/HW2) at the 1 mm diameter die	32
4.10 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 1 (LW2/HW2) at the 4 mm diameter die	33
4.11 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for reference sample (LD2/LD1) at the 1 mm diameter die	34
4.12 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for reference sample (LD2/LD1) at the 4 mm diameter die	35
4.13 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 2 (LD3/LW2) at the 1 mm diameter die	36
4.14 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 2 (LD3/LW2) at the 4 mm diameter die	37
4.15 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 2 (LD3/LW1) at the 1 mm diameter die	38
4.16 Plot of output rate (solid lines) and pressure (dash lines) against speed for blend system 2 (LD3/LW1) at the 4 mm diameter die	39

FIGURE	PAGE
4.17 The log viscosity vs. log shear rate for blend system 1 (LW1/HW1)	44
4.18 The log viscosity vs. log shear rate for blend system 1 (LW2/HW2)	44
4.19 The log viscosity vs. log shear rate for reference sample (LD2/LD1)	45
4.20 The log viscosity vs. log shear rate for blend system 2 (LD3/LW2)	45
4.21 The log viscosity vs. log shear rate for blend system 2 (LD2/LW1)	46
4.22 The photographs of skin surface for blend system 1 (LW1/HW1) at die 23 L/D	49
4.23 The photographs of skin surface for blend system 1 (LW2/HW2) at die 23 L/D	50
4.24 The photographs of skin surface for blend system 2 (LD3/LW2) at die 15 L/D	51
4.25 The photographs of skin surface for blend system 2 (LD3/LW2) at die 23 L/D	52
4.26 The photographs of skin surface for blend system 2 (LD3/LW1) at die 23 L/D	53