การเตรียมพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ
กับแป้งมันสำปะหลัง

นางสาวปิยะรัตน์ เรียวรักษา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-639-128-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17791364

PREPARATION OF BIODEGRADABLE PLASTIC FROM LOW DENSITY POLYETHYLENE AND TAPIOCA STARCH

Miss Piyarat Reawraksa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science
Inter-Department of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1997
ISBN 974-639-128-3

Thesis Title	Preparation of Biodegradable Plastic from Low Density Polyethylene and Tapioca Starch
By	Miss Piyarat Reawraksa
Inter-department	Environmental Science
Thesis Advisor	Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Master 's Degree .

....Dean of Graduate School
(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

Thesis Committee

....Chairman
(Assistant Professor Kumthorn Thirakhupt, Ph.D.)

....Thesis Advisor
(Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.)

....Member
(Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D.)

....Member
(Assistant Professor Wanida Jinsart, Ph.D.)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ปิยะรัตน์ เรียวรักษา : การเตรียมพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ กับแป้งมันสำปะหลัง (PREPARATION OF BIODEGRADABLE PLASTIC FROM LOW DENSITY POLYETHYLENE AND TAPIOCA STARCH) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ศุภวรรณ ตันตยานนท์; 57 หน้า. ISBN 974-639-128-3

โพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำผสมกับแป้งมันสำปะหลังด้วยส่วนผสมต่าง ๆกัน สมบัติของของผสมเหล่านี้ ได้แก่ ความต้านทานแรงดึงและการยืดตัวเมื่อขาดได้ถูกตรวจสอบเพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงกลของของผสม คอมแพตทิบิไลเซอร์หลายตัว ได้แก่ กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต, ซิงค์สเตียเรต และ อีโพลีน ได้ถูกเติมลงไปในปริมาณ 1% โดยน้ำหนักของของผสม สมบัติเชิงกลของของผสมแต่ละส่วนผสมได้ถูกเปรียบเทียบกับส่วนผสมเดียวกันที่ไม่มีคอมแพตทิบิไลเซอร์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีกลีเซอรอลโมโนสเตียเรตหรือซิงค์สเตียเรตในของผสมของโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำกับแป้งมันสำปะหลัง ทำให้สมบัติเชิงกลมีค่าสูงกว่าเมื่อมีอีโพลีนและสูงกว่าของผสมที่ไม่ได้เติมคอมแพตทิบิไลเซอร์เลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเติมอีโพลีนกลับทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงและค่าการยืดตัวเมื่อขาดลดลง

ในการเปรียบเทียบกับของผสมของโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำกับแป้งข้าวโพดที่ผสมกลีเซอรอลโมโนสเตียเรตและซิงค์สเตียเรตในลักษณะเดียวกัน พบว่าของผสมของโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำกับแป้งมันสำปะหลังทุกส่วนผสม มีความต้านทานแรงดึงและค่าการยืดตัวเมื่อขาดสูงกว่าของผสมของโพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำกับแป้งข้าวโพดเมื่อมีกลีเซอรอลโมโนสเตียเรตหรือซิงค์สเตียเรตอยู่ ด้วยเทคนิคสแกนนิงอิเล็คตรอนไมโครสโครปีได้แสดงให้เห็นว่า เม็ดแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวโพดกระจายตัวอย่างสม่ำเสมออยู่บนโพลิเมอร์แมทริกซ์

ภาควิชา สหสาขา

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต ....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....

C726639 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: BIODEGRADABLE PLASTIC / TAPIOCA STARCH / STARCH-FILLED POLYETHYLENE
PIYARAT REAWRAKSA : PREPARATION OF BIODEGRADABLE PLASTIC FROM LOW DENSITY POLYETHYLENE AND TAPIOCA STARCH . THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUPAWAN TANTAYANON, Ph.D. 57 pp. ISBN 974-639-128-3.

LDPE/tapioca starch blends at various composition were prepared and their properties, tensile strength and elongation at break, were investigated. In order to improve the mechanical properties of the blends, several compatibilizers i.e. glycerol monostearate, zinc stearate and epolene, were added at 1% by weight of total blend. The measurement of mechanical properties of each blend had been compared with corresponding LDPE/tapioca starch blend without the compatibilizer. The results had shown that the presence of glycerol monostearate or zinc stearate in the blends enhanced the mechanical strength much more than epolene and the one without compatibilizer. Particularly, the addition of epolene even decreased both tensile strength and elongation at break of the blends .

In comparison with LDPE/corn starch blends, LDPE/tapioca starch blends at every composition had higher tensile strength and elongation at break in the presence of either glycerol monostearate or zinc stearate than LDPE/corn starch blends. By using scanning electron microscopic technic, it indicated that starch granules dispersed evenly in polyethylene matrix .

ภาควิชา สหสาขา ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGEMENT

The author wish to express her deepest gratitude to her advisor, Associate Professor Dr. Supawan Tantayanon, for her kindness, guidance and assistance . Also, she is grateful to Assistant Professor Dr. Kumthorn Thirakhupt and Professor Dr. Pattarapan Prasassarakich and Assistant Professor Dr.Wanida Jinsart for kindly accepting to be her thesis committees .

Sincere acknowledgements are due to Department of Industrial Chemistry and Plastic Technology Center, King Mongkut Bangkok Institute of Technology North for the facility in using of injection molding, tensile testing machine and blow molding. I wish to express gratitude to Graduate School of Chulalongkorn University, Environmental Research Institute and Thai ASAHI company for financial support .

Finally, the author is greatly indepted and deeply greatful to her family for their encouragement and understanding throughout the entire course of study .

CONTENTS

	Page
Thai Abstract	iv
English Abstract	v
Acknowledgement	vi
Contents	vii
List of Tables	ix
List of Figures	x
Chapter	
1. Introduction	
1.1 Problem Statement	1
1.2 Various Types of Starch	3
2.Theoretical and Literature Review	
2.1 Low Density Polyethylene	6
2.2 Constituents of Starch	7
2.3 Processing Additive	8
2.4 Literature Review	9
3. Materials and Experiment	
3.1 Materials	12
3.2 Apparatus	12
3.3 Sample Preparation	13
3.4 Specimens Preparation	14
3.5 Measurement	16
4. Results and Discussion	
4.1 Straight Blending of LDPE with Tapioca Starch	18
4.2 The Failure of Some Compatibilizer	20
4.3 Mechanical Properties of LDPE/tapioca starch Blends with Compatibilizers	21

Page

4.4 Reproducibility of Blend 28
4.5 Comparison of the Mechanical Properties of LDPE/tapioca starch Blends with LDPE/corn starch Blends 29
4.6 Dispersion of Starch Granule and Compatibilizer in the Blends 35
4.7 Film Blowing 35
5. Conclusion and Suggestions
5.1 Conclusion 39
5.2 Further Suggestions 39
Reference 41
Appendix 44
Biography 57

LIST OF TABLES

TABLE		Page
1.1	Amylose and Amylopectin Content and Degree of Polymerization of Various Starch	3
1.2	Average Chemical Composition of Starch Granule	4
3.1	The Composition of LDPE/tapioca starch Blends	14
3.2	The Composition of LDPE/tapioca starch Blends with Compatibilizer	15
3.3	The Composition of LDPE/corn starch Blends	16
4.1	The Effect of Starch Content on Mechanical Properties of LDPE/tapioca starch Blends	19
4.2	Mechanical Properties of LDPE/tapioca starch Blends in the Presence of Epolene	21
4.3	Mechanical Properties of LDPE/tapioca starch Blends in the Presence of Zinc stearate	24
4.4	Mechanical Properties of LDPE/tapioca starch Blends in the Presence of Glycerol monostearate	26
4.5	Mechanical Properties of LDPE/corn starch Blends	29

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

2.1 Both Short and Long Chain in LDPE 6

2.2 Linear-chain Structure of Amylose Molecule 7

2.3 Structure of Amylopectin Branching Point 8

4.1 (a)Tensile Strength and (b) Elongation at Break of LDPE/tapioca starch Blends with and without Epolene 23

4.2 (a)Tensile Strength and (b) Elongation at Break of LDPE/tapioca starch Blends with and without Zinc stearate 25

4.3 (a)Tensile Strength and (b) Elongation at Break of LDPE/tapioca starch Blends with Glycerol monostearate or Zinc stearate 27

4.4 Tensile Strength of LDPE/tapioca starch Blends and LDPE/corn starch Blends with (a) glycerol monostearate and (b) zinc stearate 32

4.5 Elongation at Break of LDPE/tapioca starch Blends and LDPE/corn starch Blends with (a) glycerol monostearate and (b) zinc stearate 33

4.6 Scanning Electron Microscopy (SEM) of (a) tapioca starch granules and (b)corn starch granules 34

4.7 Dispersion of Starch Granules in Polymer Matrix Revealed by SEM 36

4.8 Blown Films of (a)LDPE (b) P/T05 (c) P/T05E (d)P/T05G and (e)P/T05Z 37

4.9 SEM of Blown Films (a) LDPE/tapioca starch with zinc stearate and (b) LDPE/tapioca starch with glycerol monostearate 38