บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อลดความความเปราะและปรับปรุงเสถียรภาพทางความร้อนของพอลิแลคติกแอซิดโดยการเติมยางธรรมชาติอิพอกไซด์เป็นสารเพิ่มความเหนียว และไททาเนียมไดออกไซด์เกรดรูไทด์เป็นสารเพิ่มความเสถียรต่อความร้อนและรังสีอุลตร้าไวโอเลต ทำการผสมพอลิเมอร์ระหว่าง PLA/ENR ที่อัตราส่วน 90/10 โดยแปรชนิดของยางธรรมชาติอิพอกไซด์ที่มีปริมาณอิพอกไซด์ที่ 25 และ 50% โดยโมลและแปรปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่ 5-15 phr ซึ่งทำการผสมโดยใช้เครื่องอัดรีดสกรูคู่ที่อุณหภูมิ 155-165 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบสกรู 40 รอบ/นาที ตัดเม็ดและอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นขึ้นรูปฟิล์มด้วยเครื่องรีดฟิล์ม ที่อุณหภูมิ 155-170 องศาเซลเซียส โดยใช้ลมสำหรับการหล่อเย็นของฟิล์มและขึ้นรูปฟิล์มมีความหนาเท่ากับ 50-80 ไมครอน ทำการทดสอบสมบัติทางความร้อน สมบัติเชิงกล ลักษณะสัณฐานวิทยา การทนต่อรังสียูวีและการย่อยสลายได้ในดิน จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับขึ้นรูปฟิล์มคือ PLA/ENR50 (90/10) และเติมไททาเนียมไดออกไซด์ 10 phr ซึ่งพอลิแลคติกแอซิดเข้ากับยางธรรมชาติอิพอกไซด์ได้ดีที่ปริมาณอิพอกไซด์เท่ากับ 50% โดยโมล พอลิเมอร์ผสมส่วนใหญ่เป็นอสัณฐานและยางธรรมชาติอิพอกไซด์เกิดการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โมเลกุลกับพอลิแลคติกแอซิดได้ดี ในขณะที่ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ที่ปริมาณอิพอกไซด์ 25% โดยโมล เข้ากับพอลิแลคติกแอซิดได้ไม่ดี เนื่องจากมีความเป็นขั้วที่ต่ำส่งผลทำให้สมบัติเชิงกลและเสถียรภาพทางความร้อนลดลง การเติม ENR50 และไททาเนียมไดออกไซด์ มีผลทำให้เสถียรภาพทางความร้อนเพิ่มขึ้นจากการทดสอบด้วยเทอร์โมกราวิเมตริกแอนนาไลซิส พบว่าอุณหภูมิการสลายตัวที่ 5%โดยน้ำหนัก (Td,5%) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นซึ่งสูงกว่า Neat PLA จาก 120.1 องศาเซลเซียส เป็น 284.7 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าความทนทานต่อแรงดึง ระยะยืด ณ จุดขาด 10% โมดูลัส และความทนทานต่อการฉีกขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 33.06 MPa, 3%, o Mpa, 212.46 mN เป็น 51.56 Mpa, 63.40%, 39.56 MPa และ 392.39 mN ตามลำดับ และมีค่ามากที่สุดที่ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ เท่ากับ 10 phr ดังนั้นการเติมยาง ENR50 และไททาเนียมไดออกไซด์ทำให้พอลิแลคติกแอซิดมีความเหนียวและเสถียรภาพทางความร้อนเพิ่มขึ้นตามปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นและมีค่าสูงกว่า neat PLA จากลักษณะสัณฐานวิทยาพบว่าพื้นผิวมีความราบเรียบและมีการกระจายของยางไปบนเมทริกซ์ของพอลิแลคติกได้ดี แต่ฟิล์มดังกล่าวไม่ทนต่อการบ่มเร่งสภาวะด้วย QUV ซึ่งฟิล์มแตกและเป็นผงเมื่อได้รับรังสียูวีและฟิล์มที่ไม่ได้รับรังสียูวีสามารถย่อยสลายในดินได้ 23.49% ที่ระยะเวลาในการย่อยสลาย 5 เดือน อย่างไรก็ตามพบว่าการเติมยาง ENR และไททาเนียมไดออกไซด์สามารถเพิ่มความเหนียวและความร้อนของพอลิแลคติกแอซิดและฟิล์มสามารถไถฝังกลบลงไปในดินได้ภายหลังจากเสร็จสิ้นการใช้งาน

คำสำคัญ ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ พอลิแลคติกแอซิด ไททาเนียมไดออกไซด์ ฟิล์มคลุมดิน

Abstract

The aim of this research was to reduce and improve the brittleness and thermal properties of poly lactic acid (PLA), respectively. Epoxidized natural rubber (ENR) was used to enhance the toughness and rutile titanium dioxide (R-TiO_2) as filler was also incorporated to improve the thermal properties and ultraviolet stability of the PLA. 10wt% ENR with epoxidation contents of 25 mol% (ENR25) and 50 mol% (ENR50) and various TiO_2 contents (0-15 phr) were compounded with PLA by using a twin-screw extruder at 155-165°C and a rotor speed of 40 rpm. The pellets of blends were dried in an oven of 24 h at 60 °C for removing of moisture before use. After that a thin film of 50-80 μm thick was fabricated using a cast film extruder at 155-170°C and cooled down under air flow. Thermal and mechanical properties, morphology, ultraviolet radiation resistance and biodegradable of PLA/ENR/R-TiO_2 thin film were investigated. The result showed that the optimal ratio was PLA/ENR50 (90/10 by weight) and 10 phr R-TiO_2. ENR50 exhibited a better compatible with PLA and all polymer blends were amorphous, thus the ENR was a good crosslinker with PLA. However, the PLA showed a poor compatibility with ENR25 owing to the decreasing of polar groups of ENR and resulted in the reduction in mechanical and thermal properties. The thermal stability of PLA/ENR50 was found to improve with addition of R-TiO_2. From thermo gravimetric analysis indicated that the addition of 10 phr R-TiO_2 increased in the decomposition temperature at 5% weight loss (Td5%) of PLA/ENR than that of neat PLA from 120.1°C to 284.7°C. Beside, tensile strength, elongation at break, 100% modulus and tear strength of PLA/ENR thin film were enhanced from 33.06 MPa, 3%, o Mpa, 212.46 mN to 51.56 Mpa, 63.40%, 39.56 MPa and 392.39 mN, respectively and presented a maximum value at 10phr TiO_2. From morphology study, the ENR 50 phase showed a good dispersion in PLA matrix but exhibited less resistance of QUV ageing resulting in cracking and dust of the film. After biodegradation, the non-UV radiation film can degrade under 5 months of 23.49%. In conclusion, the addition of ENR and TiO_2 was found to enhance both toughness and thermal stability of PLA and the film can be buried and covered up/down in the land after finished from the use.

Keywords: epoxidized natural rubber; poly lactic acid; Titanium dioxide; Mulch film