

## บทคัดย่อ

ผงเปลือกไข่ตักตะกอน (PESP) ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต ประมาณร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก มีรูปผลึกแคลไซต์และวาทอร์ไรท์ ขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 0.34 - 34.32 ไมโครเมตร และขนาดอนุภาคเฉลี่ย เท่ากับ 14.54 ไมโครเมตร และผงเปลือกไข่ตักตะกอนมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงกว่าของผงเปลือกไข่บด การตักตะกอนทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในเปลือกไข่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกไข่ก่อนตักตะกอน แคลเซียมคาร์บอเนตของผงเปลือกไข่ตักตะกอนจะเสื่อมสลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตของผงเปลือกไข่บด

พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงคอมพอลิโสมีดัชนีการไหลลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการแตกหักแบบเหนียวไปเป็นการแตกหักแบบเปราะเกิดขึ้นที่ปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอน ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ความทนทานต่อแรงดึง ณ จุดคราก และความทนทานต่อแรงดึง ณ จุดขาด ลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น โมดูลัสของยังก์และโมดูลัสแรงดัดของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงคอมพอลิโสมีเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น ความทนทานต่อแรงดัดของพอลิเมอร์คอมพอลิโสมีที่ปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงคอมพอลิโสมี ลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิการเสื่อมสลายเนื่องจากความร้อนของเมทริกซ์-พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การเติมผงเปลือกไข่ตักตะกอนไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่ออุณหภูมิการหลอมเหลวของเมทริกซ์พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง อุณหภูมิการตกผลึกของเมทริกซ์พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้น ปริมาณผลึกของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงคอมพอลิโสมี ลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น การทำให้พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงคอมพอลิโสมีเย็นตัวอย่างช้า ๆ ทำให้ปริมาณผลึกเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามที่ปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก อัตราการทำให้เย็นตัวไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มของปริมาณผลึก

พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตคอมพอลิโสมีดัชนีการไหลเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น และดัชนีการไหลของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตคอมพอลิโสมีสูงกว่าดัชนีการไหลของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการแตกหักแบบเหนียวไปเป็นการแตกหักแบบเปราะเกิดขึ้นที่ปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอน ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ความทนทานต่อแรงดึง ณ จุดขาด และร้อยละการยืดออก ณ จุดขาด ลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น โมดูลัสของยังก์ ความทนทานต่อแรงดัด และโมดูลัสแรงดัดของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตคอมพอลิโสมีเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนเพิ่มขึ้น ความทนทานต่อแรงกระแทกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตคอมพอลิโสมีน้อยกว่าของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

## บทคัดย่อ (ต่อ)

การเติมผงเปลือกไข่ตักตะกอนส่งผลต่อการเสื่อมสลายเนื่องจากความร้อนของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต การเสื่อมสลายเนื่องจากความร้อนของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเกิดขึ้นในสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกจะเสื่อมสลายที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิการเสื่อมสลายของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเล็กน้อย และการเสื่อมสลายขั้นที่สองเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิการเสื่อมสลายของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต การเติมผงเปลือกไข่ตักตะกอนทำให้อุณหภูมิการหลอมเหลวของเมทริกซ์พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตไม่แตกต่างจากอุณหภูมิการหลอมเหลวของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตอย่างมีนัยสำคัญ อุณหภูมิการเกิดผลึกของเมทริกซ์พอลิ-บิวทิลีนซัคซิเนตต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิการเกิดผลึกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต อย่างไรก็ตามการทำให้เย็นตัวอย่างช้า ทำให้ได้รูปผลึกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต 2 รูปแบบ แต่รูปผลึกของเมทริกซ์พอลิ-บิวทิลีนซัคซิเนตเกิดขึ้นเพียงรูปผลึกเดียว การเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ตักตะกอนทำให้ปริมาณผลึกลดลง การทำให้พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตคอมพอสิตเย็นตัวอย่างช้า ๆ ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณผลึกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตคอมพอสิต แต่ปริมาณผลึกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตคอมพอสิตสูงกว่าปริมาณผลึกพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

## Abstract

Precipitated eggshell powder (PESP) composed of 98 wt.% calcium carbonate in crystal forms of both calcite and vaterite. Its particle size range was 0.34 – 34.32  $\mu\text{m}$  and the average particle size was 14.54  $\mu\text{m}$  of which its specific surface area was higher than that of ground eggshell powder (ESP). By precipitation, PESP contained less organic composition than ESP did. The thermal decomposition temperature of precipitated eggshell calcium carbonate was lower than that of eggshell calcium carbonate

Composite of high density polyethylene and PESP was low in melt flow index with increasing PESP composition. Ductile to brittle fracture behavior of the composite occurred at PESP content of 20 wt.%. Tensile stress at yield and at break, and impact strength decreased whereas Young's modulus and flexural modulus increased as increasing PESP content. In addition, flexural strength was not significantly affected by PESP content. Thermal decomposition temperature of polyethylene matrix was higher than that of neat polyethylene. Melting temperature of polyethylene matrix did not differ from that of polyethylene however, crystallization temperature of the matrix was higher than that of the neat polyethylene. Degree of crystallinity of polyethylene composite was lower than that of neat polyethylene. Furthermore, crystallinity of the composite decreased with more added PESP. Under slow cooling rate from the melt, the polyethylene composite gained more degree of crystallinity. However, when the PESP content was up to 20 wt.%, the slow cooling rate did not ease to gain more the crystallinity.

Composite of poly (butylene succinate) and PESP was high in melt flow index with increasing PESP composition. Ductile to brittle fracture behavior of the composite occurred at PESP content of 5 wt.%. Tensile stress and elongation at break, and impact strength decreased whereas Young's modulus, flexural modulus, and flexural strength increased as increasing PESP content. With presence of PESP, poly (butylene succinate) matrix thermally decomposed into two steps. Firstly, the matrix decomposed at slight lower temperature and secondly, decomposed at higher temperature than single thermal decomposition temperature of neat poly (butylene succinate).

## Abstract (Continued)

Melting temperature of poly (butylene succinate) matrix was not noticeably different from that of neat poly (butylene succinate). In addition, poly (butylene succinate) matrix crystallized from the melt at lower temperature than neat poly (butylene succinate) did. Under slow cooling rate from the melt, two crystal forms of neat poly (butylene succinate) occurred whereas only one crystal form obtained from poly (butylene succinate) composite. Degree of crystallinity of poly (butylene succinate) composite did not much differ from that of neat poly (butylene succinate) however, the the composite crystallinity decreased with more inclusion of PESP. Under slow cooling rate, the poly (butylene succinate) composite did not gain more degree of crystallinity however, the composite crystallinity was higher than that of neat poly (butylene succinate).