

**ชื่อโครงการ** การพัฒนาฟิล์มบรรจุภัณฑ์พอลิบิวทีลีนอะดิเพท-โค-เทเรฟทาเลทเพื่อใช้สำหรับยืดอายุผลผลิตทางการเกษตร

**ชื่อผู้วิจัย** 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พูนทรัพย์ ตรีภพนาถกุล (หัวหน้าโครงการวิจัย)  
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยศิลปากร  
2. ดร. ชนินทร์ กุลเศรษฐ์ชัย (ผู้ร่วมวิจัย)

**แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย** งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2562  
สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรม และ การสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

**ปีที่เสร็จ** 2563

**ประเภทการทำวิจัย** การวิจัยพื้นฐาน

**สาขาวิชา** สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรม ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ อุตสาหกรรม

การส่งออกผลไม้ นับเป็นเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเนื่องจากมีภูมิประเทศและอากาศที่เหมาะสมทำให้มีผลผลิตสูง แต่ผลไม้บางส่วนนั้นจะเกิดการสุกระหว่างการขนส่งทำให้เกิดความเสียหายก่อนถึงมือผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการชะลอการสุกของกล้วยจากฟิล์มคอมโพสิตระหว่างพอลิบิวทีลีนอะดิเพท-โค-เทเรฟทาเลท (PBAT) กับซีโอไซด์ที่ปรับปรุงผิวด้วยสารเชื่อมประสานไซเลนชนิด (3-aminopropyl) trimethoxy silane ขึ้นรูปฟิล์มด้วยกระบวนการอัดรีด ที่มีความหนาในช่วง  $0.070 \pm 0.020$  mm ทำการศึกษาผลของชนิดซีโอไซด์ที่ต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ 5A และ 13X และปริมาณการเติมซีโอไซด์ 1, 3 และ 5 wt% ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน สมบัติการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ รวมไปถึงสมบัติการดูดซับก๊าซเอทิลีน ของฟิล์ม PBAT และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสมบัติการซึมผ่านของก๊าซและการดูดซับกับซีโอไซด์ที่ได้รับการแลกเปลี่ยนไอออนกับโพแทสเซียมไนเตรด พบว่า ชนิดของซีโอไซด์ไม่ได้ส่งผลต่อความแตกต่างของสมบัติเชิงกล แต่ปัจจัยที่ส่งผลอย่างชัดเจน คือ ปริมาณการเติมซีโอไซด์ โดยฟิล์มที่เติมในปริมาณ 5 wt% เกิดการรวมกลุ่มของซีโอไซด์จึงทำให้ค่า Tensile strength ลดลง 17.37% และ Elongation at break ลดลง 32.36% เมื่อเปรียบเทียบกับ PBAT จากการศึกษาสมบัติทางความร้อน พบว่า ซีโอไซด์สามารถประพฤติตัวเป็นสารก่อผลึก โดยในการเติมซีโอไซด์ 1 wt% ฟิล์มมีความสามารถในการเกิดผลึกเพิ่มขึ้น 93.46% เมื่อเทียบกับ PBAT แต่ในปริมาณการเติม 3-5 wt% PBAT จะเกิดผลึกเพิ่มขึ้นเพียง 12.68% ซึ่งน้อยกว่าที่การเติม 1wt% เมื่อพิจารณาผลของการปรับปรุงซีโอไซด์ด้วยโพแทสเซียมไอออน พบว่า ฟิล์มที่ได้รับการปรับปรุงด้วยโพแทสเซียมเกิดผลึกเพิ่มขึ้นเพียง 2.02% เมื่อเทียบกับ PBAT เมื่อศึกษาเสถียรภาพทางความร้อนของฟิล์ม พบว่าการเติมซีโอไซด์ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับปรุงด้วยโพแทสเซียมไอออนไม่ได้ส่งผลต่ออุณหภูมิการสลายตัวของ PBAT และ จากผลการศึกษาการซึมผ่านของก๊าซเมื่อพิจารณาการเติมซีโอไซด์ 1 wt% เทียบกับ PBAT พบว่าฟิล์มที่เติมซีโอไซด์มีความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง 18.24% และ 18.20% ตามลำดับ ในขณะที่ความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำเพิ่มขึ้น 43.05% และเมื่อการปรับปรุงซีโอไซด์ด้วยโพแทสเซียมไอออน ฟิล์มจะมีค่าความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง 21.04 % และ 21.90 % ตามลำดับ แต่จะไม่ส่งผลต่อการซึมผ่านของไอน้ำอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า ฟิล์ม PBAT ที่เติมซีโอไซด์ชนิด 13X สามารถดูดซับก๊าซเอทิลีนได้มากกว่าฟิล์มที่เติมซีโอไซด์ 5A และ PBAT ตามลำดับ และจากการศึกษาผลของฟิล์มคอมโพสิตต่อการชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง พบว่าฟิล์มคอมโพสิตระหว่าง PBAT กับซีโอไซด์สามารถชะลอการสุกของกล้วยหอมทองภายในระยะเวลา 7 วันได้จริง

**คำสำคัญ:** พอลิบิวทีลีนอะดิเพทโคเทเรฟทาเลท บรรจุภัณฑ์ สารเติมแต่งซีโอไซด์

<b>Research Title</b>	Development of Poly(butylenes adipate-co-terephthalate) Film for Agricultural Product Life-Extension
<b>Researcher</b>	1. Assistance Professor Dr. Poosub Threepopnatkul (Project Leader) Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University 2. Dr. Chanin Kulsetthanchalee (Co-Researcher)
<b>Research Grants</b>	Fiscal Budget of Year 2019, Silpakorn University Research, Innovation and Creativity Administration Office, Silpakorn University
<b>Year of completion</b>	2020
<b>Type of research</b>	Basic research
<b>Subjects</b>	Engineering and Industrial Science and Technology

Thai fruit export is one of major business for Thailand due to suitable region and climate for agriculture. Some parts of products have been damaged from early ripening during transportation. In this research, researchers are focusing on development of film packaging of poly(butylene adipate-co-terephthalate) incorporated with modified zeolite using (3-aminopropyl) trimethoxysilane. PBAT films are molded by cast film extrusion. Thickness of films are  $0.070 \pm 0.020$  mm. Effects of different types of zeolite (5A and 13X), zeolite loading (1, 3, 5 wt%) and cation exchanged zeolite with potassium ion on mechanical properties, thermal properties, permeability of gases (oxygen, carbon dioxide and water vapor) and also adsorption of ethylene gas of PBAT composites films have been studied. It was found that types of zeolite have not contributed differences on mechanical properties but zeolite loading is main factor. Zeolite with 5 wt% loading tend to have aggregation of particles which affected lower tensile strength and elongation at break by 17.37 % and 32.36 % respectively compare with PBAT. DSC results showed that zeolite acts as a nucleating agent which 1 wt% of zeolite have increased degree of crystallinity 93.46 % while higher zeolite loading at 3-5 wt% degree of crystallinity had increased only 12.68 % compared with PBAT. Considering cation exchange of zeolite with  $K^+$ , film tends to have increased only 2.02 % of degree of crystallinity compared with zeolite without  $K^+$ . For thermal stability of composite films were not affected by zeolite with and without  $K^+$  ion exchange. Gas permeation results, PBAT composites film with zeolite 1 wt% showed lower permeation of oxygen and carbon dioxide by 18.24% and 18.20% respectively. Meanwhile water vapor transmission rate has increased 43.05% compared with PBAT. Considering PBAT composite films with exchanged zeolite by  $K^+$ , it was found that permeation of oxygen and carbon dioxide gases of films have reduced 21.04% and 21.90% respectively. Film of PBATZ13X composites could absorb ethylene gas more than PBATZ5A and PBAT, respectively. However, adding exchanged zeolite with  $K^+$  have no effect on water vapor transmission compared with PBAT. In addition, product testing result found that PBAT/zeolite composite film can extend ripening period of Homthong bananas more than a week

**Keywords:** Poly(butylenes adipate-co-terephthalate), Packaging, Zeolite