JPAGS
Journal of Physics & General Science

สมบัติทางกลและความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

Mechanical and Thermal Properties of Polymer Blends of Polyvinyl Acetate and Natural Rubber Incorporated with Kaolin

อาบีดีน ดะแซสาเมาะ* อามานี เจ๊ะเดะ รอกีเยาะ อะหวัง มูฮัมหมัดซัมรี โต๊ะแวหะยี และสุรเดช มัจฉาเวช

Abedeen Dasaesamoh*, Amanee Chedeh, Rokiyoh A-wang, Mohamadsamree Tohwaehayee and Suradet Matchawet

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา

Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala

*Corresponding author e-mail: abedeen.d@yru.ac.th

(Received: April 8, 2023, Revised: June 4, 2023, Accepted: July 24, 2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารา โดยออกแบบการเติมดินขาวเป็น 3, 6, 9, 12, 15, 18 และ 21 % w/w พิจารณาสมบัติทางกลและความเสถียรทางความร้อน ผลการทดสอบ พบว่า การเติมดินขาวไม่มีผลต่อการเสริมแรงของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิ-เตตกับยางพารา ผลการทดสอบความเสถียรทางความร้อนด้วยเทคนิค TGA พบว่า การเติมดินขาวได้เพิ่มความเสถียรทางความร้อน อย่างไรก็ตาม ความเสถียรทางความร้อนลดลง เมื่อปริมาณการเติมดินขาวเพิ่มมากขึ้น การทดสอบการทนต่อการลามไฟ ซึ่งทำการทดสอบโดยใช้เทคนิคการติดไฟตามแนวนอน (horizontal burning test) พบว่า การเติมดินขาวทุกอัตราส่วน มีค่าการลามไฟเป็นไปตามมาตรฐาน กล่าวคือ ไม่เกิน 75 มิลลิเมตร/นาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การเติมดินขาวสามารถปรับปรุงสมบัติทางความร้อนได้

คำสำคัญ: ดินขาว สมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน น้ำยางธรรมชาติ พอลิไวนิลอะซิเตต

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the thermal and mechanical properties of polyvinyl acetate natural rubber blend by adding Kaolin at 3, 6, 9, 12, 15, 18 and 21 % w/w. Considering the mechanical properties and thermal stability, it showed that the addition of Kaolin had no effect on the reinforcement of the polyvinyl acetate natural rubber blend. The thermal stability test results by TGA showed that the addition of Kaolin increased the thermal stability. However, the thermal stability decreased with increasing amount of Kaolin. Flame retardant test which was tested by using horizontal burning test technique, it was found that adding Kaolin in every ratio had a flame propagation rate of not more than 75 mm/min, which was within the standard. It was concluded that the addition of Kaolin could improve the thermal properties.

Keywords: Kaolin, mechanical properties, thermal properties, natural latex, polyvinyl acetate

บทนำ

พอลิเมอร์ชนิดพอลิไวนิลอะซิเตต (Polyvinyl Acetate หรือ PVAc) เป็นพอลิเมอร์ชนิดเทอร์โมพลาสติก มีลักษณะอ่อนตัว เมื่อได้รับความร้อน และอ่อนนิ่มมาก เมื่อเทียบกับพอลิเมอร์ชนิดอื่น โดยทั่วไปแล้วในการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ โดยเฉพาะสมบัติทางกล ทำโดยการเติมตัวเติม เพื่อให้ตัวเติมทำหน้าที่เป็นตัวเสริมแรง ซึ่งเป็นการเพิ่มอันตรกิริยาของพอลิเมอร์กับตัวเติม (polymer filler interactions) ทำให้พอลิเมอร์มีสมบัติทางกลที่สูงขึ้น [1] นอกจากสมบัติทางกลแล้ว การเพิ่มอันตรกิริยาของพอลิเมอร์กับตัวเติม ยังสามารถปรับปรุงสมบัติทางความร้อนได้ ตัวอย่างของตัวเติมที่นิยมใช้ ได้แก่ ดินขาว [1] เคลย์ [2] ทัลคัม (Talcum) [3] ซิลิกา [4] หรือ การเติมอนุภาคนาโน เช่น ไทเทเนียม [5] เป็นต้น

ดินขาว หรือ Kaolin มีสูตรโครงสร้าง $Al_2(OH)_4Si_2O_5$ เป็นตัวเติมชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจในการเพิ่มความแข็งแรงให้กับพอลิเมอร์ เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่มีสีขาว มีราคาถูก และไม่เป็นพิษ ซึ่งเมื่อมีการเติมให้กับพอลิเมอร์แล้ว ไม่มีผลต่อสีของพอลิเมอร์ ในเชิงโครงสร้างดินขาวประกอบด้วยโครงสร้างสองชั้น ชั้นที่หนึ่ง เป็นชั้นเตตระฮีดรอนของซิลิกา ซึ่งประกอบขึ้นด้วย อะตอมของซิลิกอนและออกซิเจน ชั้นที่สอง เป็นชั้นที่ประกอบด้วย อะตอมของอลูมิเนียมและหมู่ไฮดรอกซิล เรียกว่า ชั้นออกตะฮีดรอล โดยทั้งสองชั้นนี้ เชื่อมกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ด้วยการสร้างพันธะของหมู่ไฮดรอกซิลกับอะตอมของอะลูมิเนียมของชั้นออกตะฮีดรอล ซึ่งโครงสร้างของดินขาว มีอัตราส่วนของชั้นซิลิกาและชั้นออกตะฮีดรอนเท่ากับ 1:1 ซึ่งลักษณะโครงสร้างข้างต้นของดินขาวทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เพื่อใช้เป็นตัวเสริมแรงในพอลิเมอร์ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน และสมบัติการหน่วงไฟของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสมบัติทางกลและสมบัติทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

การดำเนินงานวิจัย

ตอนที่ 1 การเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารา

เตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารา โดยใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เพื่อปรับสภาพอิมัลชัน [6] เริ่มต้นด้วยการเตรียมสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอร์ 6 % w/w โดยผสมพอลิไวนิลแอลกอฮอร์ 6 กรัม กับ น้ำกลั่น 94 กรัม กวนส่วนผสมทั้งสองที่อุณหภูมิ 95 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้น เทน้ำยางธรรมชาติ (DRC 60) 100 กรัม ลงในสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอร์ข้างต้น กวนต่อไป เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากัน ในขั้นตอนนี้ ได้น้ำยางอีมัลชั่น จากนั้น นำน้ำยางอีมัลชั่นและพอลิไวนิลอะซิเตตมาผสมกันในอัตราส่วน 50 % w/w โดยกวนที่ความเร็วต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดฟองอากาศ เป็นเวลา 10 นาที

ตอนที่ 2 การเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่เติมดินขาว

เตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาวในปริมาณ 3, 6, 9, 12, 15, 18 และ 21 % w/w โดยกระจายดินขาวในน้ำบริสุทธิ์ (RO) ก่อนผสมกับพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารา ซึ่งมีอัตราส่วนในการเตรียม ดังตารางที่ 1 ผสมด้วยการกวน ขั้นตอนสุดท้าย เทตัวอย่างลงบนแผ่นพลาสติกใส ปาดตัวอย่างให้สม่ำเสมอ วางตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องจนแห้งสนิท

ตอนที่ 3 การทดสอบสมบัติทางกล

ทำการทดสอบสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารามีส่วนผสมของดินขาวโดยทำ

การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง (Universal Testing Machine, UTM) ยี่ห้อ Tinius Olsen รุ่น 10 ST เตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 412 (ขนาดชิ้นทดสอบยาว 75 mm กว้าง 12.5±1.0 mm ขนาดระยะทดสอบ 25 mm ขนาดกว้างระยะทดสอบ 4 mm) ทำการทดสอบโดยใช้ความเร็วในการดึงเท่ากับ 500 mm/min ทำการดึงจนชิ้นทดสอบขาด บันทึกค่าแรงดึงสูงสุด และระยะยืดสูงสุด

ตารางที่ 1 อัตราส่วนสารในการเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

ดินขาว (% w/w)	ดินขาว (กรัม)	น้ำ (กรัม)	พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารา (กรัม)
0	0	0	278
3	3	37.5	270
6	6	37.5	261
9	9	37.5	253
12	12	37.5	244
15	15	37.5	236
18	18	37.5	228
21	21	37.5	219

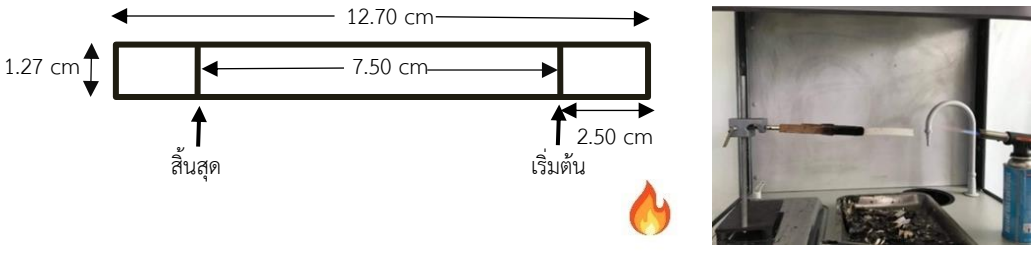
หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์เนื้อแห้งของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราเท่ากับ 36

ตอนที่ 4 การทดสอบสมบัติทางความร้อน

ศึกษาเสถียรภาพทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว โดยทำการทดสอบการสูญเสียมวล เมื่อได้รับความร้อน (Thermogravimetric Analyzer, TGA) ด้วยเครื่อง Perkin Elmer TGA 7 ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวล ในช่วงอุณหภูมิ 25 - 1,000 °C โดยมีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 5 °C/min ภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน

ตอนที่ 5 การทดสอบสมบัติการหน่วงไฟ

ทำการทดสอบการทนต่อการลามไฟ โดยอาศัยเทคนิคการติดไฟตามแนวนอน (Horizontal Burning test, HB) ดังภาพที่ 1 โดยทำการเตรียมตัวอย่างขนาด 12.70 × 1.27 cm^2 ความหนาของตัวอย่างไม่เกิน 0.3 cm นำไปทดสอบการติดไฟโดยการจุดไฟเป็นเวลา 30 วินาที หรือ จนกว่าเปลวไฟไปถึงเส้นระยะ 2.50 cm จากนั้น จึงทำการจับเวลาที่เปลวไฟเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งสิ้นสุด คือ เท่ากับ 7.50 cm คำนวณความเร็วในการลามไฟ ซึ่งตามมาตรฐานระดับ HB กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 75 mm/min



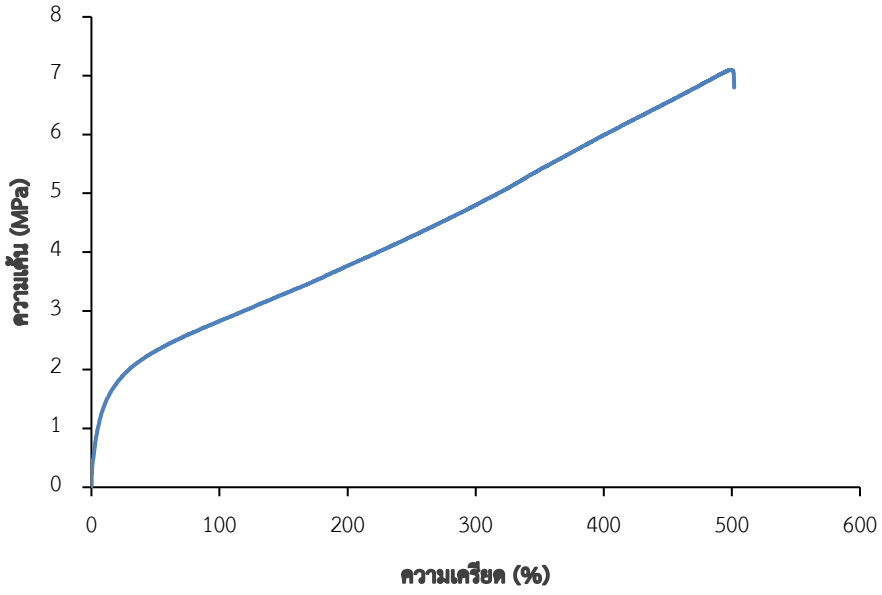
(ก) (ข)

ภาพที่ 1 (ก) ขนาดชิ้นงานสำหรับทดสอบการหน่วงไฟ (ข) การทดสอบสมบัติการหน่วงไฟ

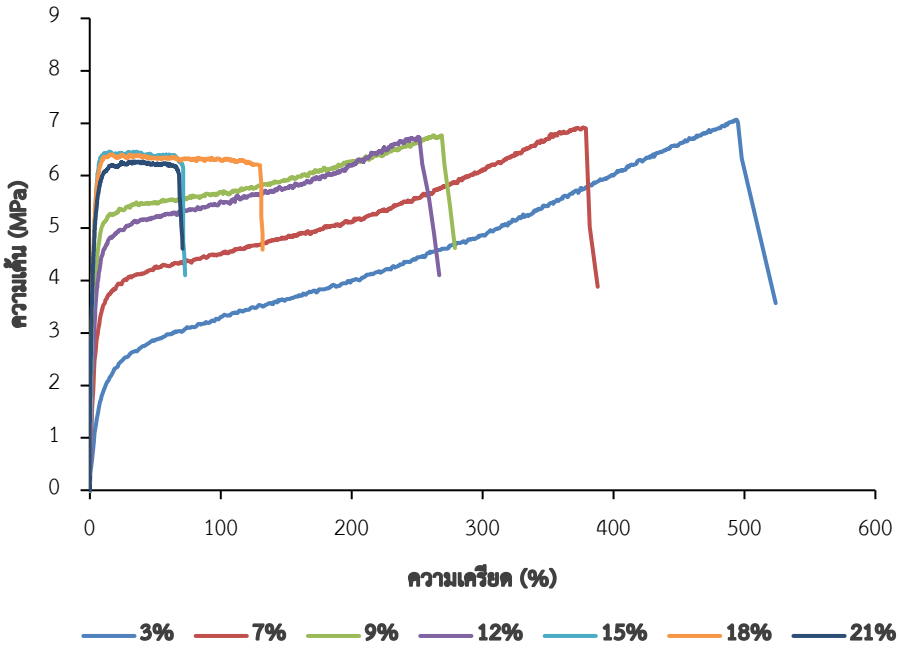
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

สมบัติทางกล

สมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีส่วนผสมของดินขาวในปริมาณการเติม 3 % w/w ถึง 21 % w/w แสดงดังภาพที่ 2 และค่าสมบัติทางกลแสดงในตารางที่ 2



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น - ความเครียดของ (ก) ยางพารา (ข) พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีปริมาณการเติมดินขาว 3 ถึง 21 % w/w

จากข้อมูลความเค้น - ความเครียดของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีปริมาณการเติมดินขาว 3 – 21 % w/w หรือ ภาพที่ 2 (ข) พบว่า มีค่าทนแรงดึงสูงสุดน้อยกว่าค่าทนต่อแรงดึงสูงสุดของพอลิเมอร์ผสม เมื่อไม่มีการเติมดินขาว หรือ ภาพที่ 2 (ก) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7 MPa อย่างไรก็ตาม ค่าทนต่อแรงดึงสูงที่สุดนี้ อาจมีการลดลงเล็กน้อย เมื่อมีการเติมดินขาวในปริมาณที่มากขึ้น นอกจากนี้ ปริมาณการเติมดินขาวที่สูง ทำให้ระยะยืดสูงสุด ณ จุดขาดลดลง เมื่อพิจารณาค่ามอดูลัสที่ 100 %, 200 % และ 300 % จากตารางที่ 2 พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณการเติมดินขาวเพิ่มขึ้น

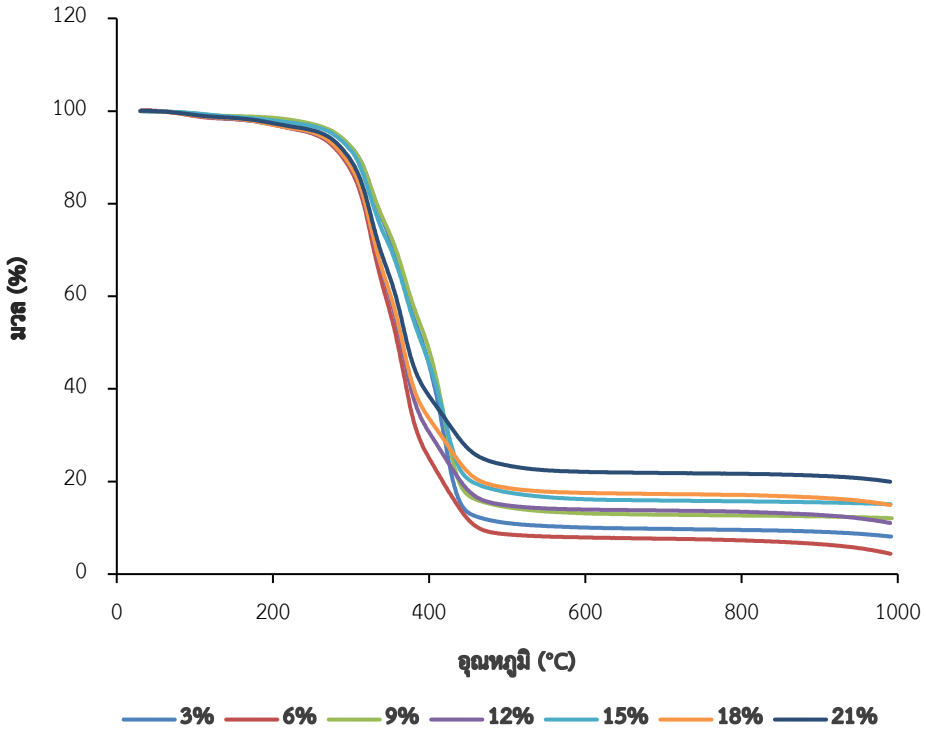
โดยทั่วไปการเพิ่มสารตัวเติมเช่น ดินขาว ส่งผลต่อสมบัติทางกลของพอลิเมอร์คอมโพสิต กล่าวคือ การเติมดินขาวเป็นการเพิ่มส่วนแข็ง (hard phase form) ซึ่งทำหน้าที่ต้านการเปลี่ยนรูปของพอลิเมอร์ เมื่อได้รับแรงดึงจากภายนอก หรือเป็นการเพิ่มความแข็ง (stiffness) ของวัสดุ [7] ซึ่งเห็นได้ว่า เมื่อปริมาณการเติมดินขาวเพิ่มขึ้น ค่ามอดูลัสที่ 100, 200 และ 300 % มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ เมื่อมีการเติมดินขาวในปริมาณที่สูงขึ้น จะไม่มีผลต่อค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุด แสดงว่าดินขาวไม่แสดงสมบัติเสริมแรง (non-reinforcing filler) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sheikh และคณะ [8] ที่ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ดินขาวสำหรับเสริมแรงให้ยางพารา ซึ่งพบว่า ดินขาวไม่มีสมบัติการเสริมแรงสำหรับยางพารา อันเนื่องมาจากเกิดจากการเกาะกลุ่ม (agglomerate) ของดินขาวที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อปริมาณการเติมดินขาวมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเสริมแรงของดินขาว [9]

ตารางที่ 2 สมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

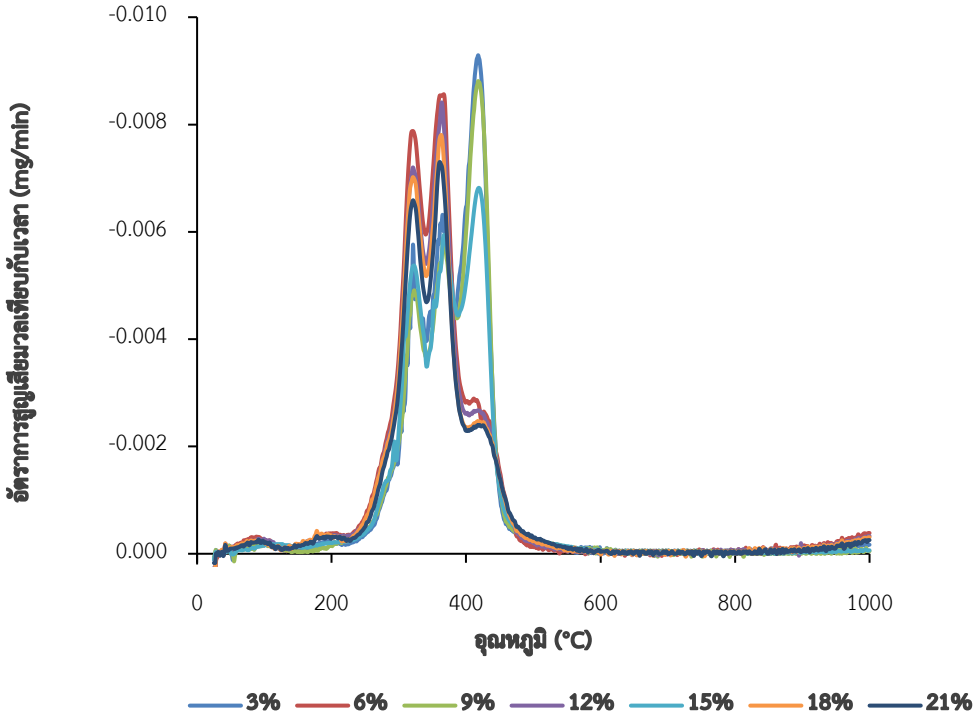
ดินขาว (% w/w)	มอดูลัส 100 %	มอดูลัส 200 %	มอดูลัส 300 %	แรงดึง (MPa)	การยืดตัว ณ จุดขาด (%)
0	2.8	4.6	6.9	7.10	512
3	3.80	4.60	5.59	7.07	495
6	5.05	5.73	6.84	6.92	379
9	5.39	5.95	0	6.77	206
12	4.72	5.32	0	6.73	252
15	5.42	0	0	6.60	159
18	7.49	0	0	6.40	125
21	0	0	0	6.27	68

สมบัติทางความร้อน

สมบัติทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีส่วนผสมของดินขาว ซึ่งทำการศึกษาความเสถียรทางความร้อนและความทนต่อการลามไฟ มีผลการทดลองดังนี้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 (ก) การสูญเสียมวลกับอุณหภูมิ (ข) อัตราการสูญเสียมวลเทียบกับเวลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

ตารางที่ 3 อุณหภูมิที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดและอุณหภูมิออนเซ็ตของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

ดินขาว (% w/w)	การเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1		การเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2		การเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3	
	T_e	T_{max}	T_e	T_{max}	T_e	T_{max}
3	304.24	323.08	351.17	360.84	403.62	419.28
6	305.90	325.74	351.02	371.68	410.41	429.99
9	304.08	325.64	367.38	370.27	403.61	419.77
12	306.13	325.35	352.21	368.46	406.74	436.52
15	308.44	325.25	354.17	368.82	405.43	420.33
18	306.49	324.31	353.35	367.33	413.61	445.21
21	306.81	325.37	352.27	372.20	414.91	448.96

ตารางที่ 4 อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงของมวลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

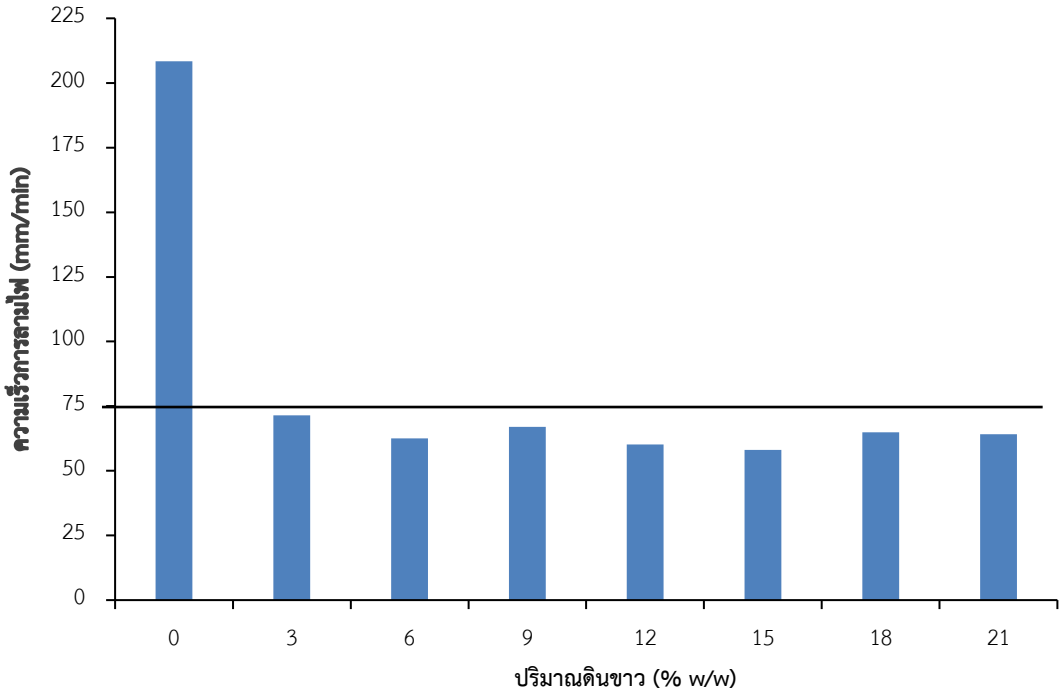
ดินขาว (% w/w)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงของมวล (°C)				มวลสุดท้าย (%)
	5 %	10 %	25 %	50 %	
3	281	309	344	392	9
6	248	285	318	354	7
9	279	306	343	394	12
12	250	287	320	359	13
15	274	303	335	388	15
18	252	288	321	363	17
21	260	292	324	367	21

จากผลการทดสอบ TGA หรือ ภาพที่ 3 (ก) ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียมวลกับอุณหภูมิของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาวในช่วงอุณหภูมิ 25 - 1,000 °C โดยมีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเท่ากับ 5 °C/min โดยค่าอุณหภูมิที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุด (peak maximum temperature, T_{max}) อุณหภูมิออนเซ็ต (peak onset temperature, T_e) และมวลสุดท้าย ได้แสดงดังตารางที่ 3 และ 4 ซึ่งพบว่า เมื่อให้ความร้อนแก่พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว ได้เกิดการสูญเสียมวลที่ค่าคงที่ อุณหภูมิประมาณ 550 °C นอกจากนี้ ในภาพที่ 3 (ข) ได้แสดงการสูญเสียมวลเทียบกับเวลา (derivative) ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว ซึ่งสูญเสียมวลสำคัญ 3 ช่วง คือ 300 - 320 °C, 350 - 380 °C และ 400 - 450 °C โดย

พิจารณาจากค่าของอุณหภูมิที่มีการสูญเสียมวลสูงที่สุด ซึ่งค่าดังกล่าว แสดงถึงเสถียรภาพทางความร้อนของวัสดุ กล่าวคือ พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาวนั้น มีการเปลี่ยนแปลงของมวล 3 ช่วงอุณหภูมิสำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิประมาณ 300 °C, 350 °C และ 400 °C

การเปลี่ยนแปลงมวลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาวที่อุณหภูมิน้อยกว่า 550 °C เป็นลักษณะการสลายตัว เนื่องจากความร้อนที่แยกกันอย่างอิสระของพอลิเมอร์ทั้งสอง (ยางพาราและพอลิไวนิลอะ-ซิเตต) โดยมีรายละเอียดการสลายตัวทางความร้อน ดังนี้ การสลายตัวของพอลิไวนิลอะซิเตต มีการสลายตัว 2 ขั้น (two-step decomposition) ขั้นที่หนึ่ง เกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 315 °C เป็นการสลายตัวของกรดอะซิติก [10] และขั้นที่ 2 เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 425 °C เป็นการสลายตัวของพอลิเมอร์ไม่อิ่มตัว สำหรับยางพารานั้น มีการสลายตัว เนื่องจากความร้อนในขั้นเดียว (one-step decomposition) ในช่วงอุณหภูมิ 379 °C [11, 12]

จากข้อมูลร้อยละของการสูญเสียมวลของพอลิเมอร์ผสมที่มีการเติมดินขาว โดยพิจารณาร้อยละของการสูญเสียมวลในระดับ 5 %, 10 %, 25 %, 50 % และมวลสุดท้าย (ที่อุณหภูมิ 700 °C) แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า มวลที่เหลือสุดท้าย มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณดินขาวที่เติม ยกเว้น กรณีการเติมดินขาวที่ 3 % ซึ่งมวลสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 9 % ซึ่งสูงกว่าปริมาณที่เติม อาจเกิดจากการเกาะกลุ่ม (agglomerate) ของดินขาว [9]



ภาพที่ 4 ความเร็วในการลามไฟของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราที่มีการเติมดินขาว

ผลการทดสอบการทนต่อการลามไฟได้แสดงดังภาพที่ 4 พบว่า เมื่อมีการเติมดินขาว ทำให้พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราหน่วงเวลาในการลามไฟได้ โดยมีเวลาในการลามไฟในระยะที่กำหนดเป็นไปตามมาตรฐาน กล่าวคือ น้อยกว่า 75 mm/min หรือ อาจกล่าวได้ว่าการเติมดินขาว ทำให้ลดเวลาในการลามของไฟได้ ซึ่งสมบัติการลามไฟเปลี่ยนแปลง แม้มีการเติมดินขาวในปริมาณน้อย เช่น 3 % w/w

กลไกการลามไฟของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารานั้น มีสาเหตุเพราะ พอลิเมอร์ผสม

ประกอบด้วยโมเลกุลของ vinyl acetate และ 1 - 4 cis polyisoprene เมื่อโมเลกุลทั้งสองได้รับความร้อนและเกิดการเผาไหม้ ความร้อนจึงสลายโมเลกุลของสายโซ่พอลิเมอร์ที่มีขนาดยาวให้สั้นลง และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จึงทำให้โมเลกุลของพอลิเมอร์เล็กลง ซึ่งทำให้เกิดการลามไฟได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ความเร็วในการลามไฟมีค่าสูง [13] และเมื่อมีการเติมดินขาว กลไกการเผาไหม้ของวัสดุถูกหน่วงด้วยกลไกการหน่วงไฟของดินขาว เนื่องจากดินขาวมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Aluminum hydroxide, ATH) ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้ขึ้น ได้เกิดการปลดปล่อยน้ำออกมา ส่งผลให้อัตราการลามไฟของวัสดุลดลง [14]

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า การเติมดินขาวไม่มีผลในการเพิ่มสมบัติทางกล สำหรับสมบัติทางความร้อน ดินขาวเพิ่มความเสถียรทางความร้อน มีผลให้ลดความเร็วในการลามไฟของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพาราในทุกอัตราส่วนของปริมาณการเติมดินขาว (3 % w/w ถึง 21 % w/w) หรือ กล่าวได้ว่า การเติมดินขาวสามารถทำให้พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารามีสมบัติในการหน่วงการลามไฟได้ โดยสรุปแล้ว การเติมดินขาวในพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลอะซิเตตกับยางพารา สามารถปรับปรุงสมบัติทางความร้อนได้ โดยปริมาณที่เหมาะสม คือ การเติมดินขาวในปริมาณ 3 % w/w

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Lucic, V. Kovacevic and D. Hace, “Mechanical properties of adhesive thin films,” *International Journal of Adhesion and Adhesives,* vol. 18, no. 2, pp. 115-123, 1998.

[2] B. I. Cherifi, M. Belbachir, A. Rahmouni, C. Derail, F. Hannaoui, F. Z. Zeggai, R. Chebout and K. Bachari, “Improvement of the viscoelastic and thermal properties of polyvinyl acetate reinforced with organophilic clay (Algerian MMT),” *Journal of Molecular Structure,* vol. 1252, pp. 132100, 2022.

[3] X. Liu, T. Wang, L. C. Chow, M. Yang and J. W. Mitchell, “Effects of inorganic fillers on the thermal and mechanical properties of poly (lactic acid),” *International journal of polymer science,* vol. 2014, pp. 1-8, 2014.

[4] L. Klapiszewski, K. Bula, M. Sobczak and T. Jesionowski, “Influence of processing conditions on the thermal stability and mechanical properties of PP/silica-lignin composites,” *International Journal of Polymer Science,* vol. 2016, pp. 1-9, 2016.

[5] G. Petković, M. Vukoje, J. Bota and S. P. Preprotić, “Enhancement of polyvinyl acetate (PVAc) adhesion performance by SiO_2 and TiO_2 nanoparticles,” *Coatings,* vol. 9, no. 11, pp. 707, 2019.

[6] เสาวลักษณ์ บุญยอด, ชัยวุฒิ วัดจัง และมาหามะสูไฮมี มะแซ, “การเตรียมพอลิเมอร์เชื่อมโยงกิ่งโครงร่างตาข่ายจากน้ำยางธรรมชาติและพอลิไวนิลแอลกอฮอล,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี*, ปีที่ 7, ฉ. 1, น. 78-87, 2560.

[7] M. Guessoum, S. Nekkaa, F. Fenouillot-Rimlinger and N. Haddaoui, "Effects of Kaolin surface treatments on the thermomechanical properties and on the degradation of polypropylene," *International Journal of Polymer Science,* vol. 2012, pp. 1-9, 2012.

[8] S. H. Sheikh, X. Yin, A. Ansarifar and K. Yendall, "The potential of Kaolin as a reinforcing filler for rubber composites with new sulfur cure systems," *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, vol. 36, no. 16, pp. 1132–1145, 2017.

[9] A. Basma, A. Majeed and D. A. Sabar, "Effect of Kaolinite on the mechanical properties, thermal properties, flammability and water absorption percentage of poly (vinyl chloride) composite," *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering,* vol. 18, no. 2, pp. 27-39, 2017.

[10] N. Jelinska and V. Tupureina, "Poly (vinyl alcohol)/poly (vinyl acetate) blend films," *Scientific Journal of Riga Technical University Material Science and Applied Chemistry,* vol. 21, pp. 55-61, 2010.

[11] I. N. Indrajati, I. R. Dewi and D. W. Nurhajati, "Thermal properties of thermoplastic natural rubber reinforced by microfibrillar cellulose," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering,* vol. 432, no. 1, p. 012038, 2018.

[12] S. S. Ochigbo, A. S. Luyt and W. W. Focke, "Latex derived blends of poly (vinyl acetate) and natural rubber: thermal and mechanical properties*," Journal of Materials Science,* vol. 44, no. 12, pp. 3248–3254, 2009.

[13] L. Wan, C. Deng, Z. Zhao, H. Chen and Y. Wang, "Flame retardation of natural rubber: strategy and recent progress," *Polymers,* vol. 12, no. 2, pp. 429, 2020.

[14] R. Anyszka, D. M. Bielinski, Z. Pędzich, G. Parys, P. Rybiński, M. Zarzecka-Napierała, M. Imiela, T. Gozdek, M. Sciński, M. Okraska, M. Ziąbka and M. Szumera, "Effect of mineral filler additives on flammability, processing and use of silicone-based ceramifiable composites," *Polymer Bulletin,* vol. 75, no. 4, pp. 1731-1751, 2018.