



โครงการวิทยาศาสตร์

เรื่อง การศึกษาตัวเชื่อมประสานจากโฟมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้

โดย

นางสาวธัญชนก	สายสร
นางสาวรังษิมาภรณ์	แก้วประเทศ

โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย

รายงานนี้เป็นส่วนประกอบของการนำเสนอโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี
และสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรของ สพฐ. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สาขาฟิสิกส์

วันที่ 24 – 26 กรกฎาคม พ.ศ.2568

ณ โรงเรียนปริยาลัยจังหวัดแพร่



โครงการวิทยาศาสตร์

เรื่อง Development and Application of Adhesive Made from Foam

โดย

นางสาวธัญชนก สายสร

นางสาวรังสิมาภรณ์ แก้วประเทศ

โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย

รายงานนี้เป็นส่วนประกอบของการนำเสนอโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี
และสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรของ สพฐ. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สาขาฟิสิกส์

วันที่ 24 – 26 กรกฎาคม พ.ศ.2568

ณ โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่

Project	Development and Application of Adhesive Made from Foam
Subject	Physics
Authors	1. Thunchanok Saisorn 2. Rumgsimaporn keawprathet
School	Bunyawat Witthayalai School
Advisor	1. Yanee Laomethakorn 2. Siwadon Kunlittikorn
Supervisor	1. Teerasak Naiwiriya
Academic year	1/2025

Abstract

This science project, titled " Development and Application of Adhesive Made from Foam" aims to reduce the problem of plastic foam waste (Polystyrene, PS). Although the issue of foam waste has decreased compared to the past due to the implementation of laws and campaigns promoting foam reduction, foam is still used in certain social activities such as festivals. After use, foam is often discarded and improperly managed, leading to long-term environmental impacts. The experiment was divided into three parts: Part 1 involved finding the optimal biodegradation ratio by testing different mass ratios (g) of Foam:Limonene:Ethanol, where Formula G (10:6:8) was found to be the most effective for degrading foam; Part 2 focused on determining the appropriate ratio for creating the adhesive binder using acetone as the solvent, where 30 g. of the mixture were gently heated in a closed container until a uniform product was obtained; Part 3 evaluated the performance of the adhesive binder through tests on leakage resistance, chemical resistance, and adhesion strength using a Tensile Test machine.

ชื่อโครงการ	การศึกษาตัวเชื่อมประสานจากโฟมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้
ชื่อโครงการ	Development and Application of Adhesive Made from Foam
สาขาวิชา	ฟิสิกส์
ชื่อผู้จัดทำโครงการ	1. นางสาวธัญชนก สายสร 2. นางสาวรังศิมาภรณ์ แก้วประเทศ
โรงเรียน	บุญวาทย์วิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. นางสาวณัญญ์ เหล่าเมธากร 2. นายศิวดล กุลฤทธิกร
ครูที่ปรึกษาพิเศษ	1. นายธีรศักดิ์ นัยวิริยะ
ปีการศึกษา	1/2568

บทคัดย่อ

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องการศึกษาตัวเชื่อมประสานจากโฟมย่อยสลายโฟมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาขยะโฟมพลาสติก(Polystyrene,PS) แม้ในปัจจุบันปัญหาขยะโฟมจะลดลงเมื่อเทียบกับในอดีต เนื่องจากมีการออกกฎหมายที่ส่งเสริมการรณรงค์ลดใช้โฟม แต่ยังคงมีการใช้โฟมในกิจกรรมบางประเภทของสังคม เช่น งานเทศกาลต่างๆ ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการใช้งานแล้ว โฟมจะถูกละลายและกลายเป็นของเสียโดยไม่ได้รับการจัดอย่างเหมาะสม จนกลายเป็นขยะสะสมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวโดยการทดลองได้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 หาอัตราส่วนย่อยสลายโฟมที่เหมาะสม โดยจัดทำอัตราส่วนโดยมวล(g)ของ โฟม:ลิโมนีน:เอทานอล โดยสูตร G เป็นสูตรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการย่อยสลายโฟมโดยอัตราส่วนคือ 10:6:8 ตอนที่ 2 หาอัตราที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน ใช้แอสिटอนเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 30 g นำมาต้มด้วยไฟอ่อนแบบปิด จนได้ผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อเดียวกัน ตอนที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสาน โดยมีการทดสอบการรั่วซึม การทนต่อสารเคมี และแรงยึดติดด้วยเครื่องTensile Test

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก คุณครูญาณี เหล่าเมธากร คุณครูศิวดล กุลฤทธิกร ครูที่ปรึกษาโครงการ และคุณครูธีรศักดิ์ นัยวิริยะ ครูที่ปรึกษาพิเศษซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำสทนทดลอง อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาทั้งหลายที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ศิวัช ลาวัลย์วดีกุล และ อ.ธชนม์ ก้าวสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ให้ความอนุเคราะห์คณะผู้จัดทำในการใช้เครื่อง Tensile Testing ในการทดสอบแรงยึดติด

ขอขอบพระคุณท่านผู้ปกครอง ญาติพี่น้องทุกคนที่ช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและ กำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่มีความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่านทซึ่งไม่สามารถกล่าว นามในที่นี้ได้ทั้งหมด จึงขอขอบพระคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาการสร้าง สิ่งประดิษฐ์งานอุตสาหกรรมและนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
Abstract	A
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
ขอบเขตของโครงการ	2
สมมติฐาน	2
ตัวแปรที่ศึกษา	3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
โพลีพลาสติกพอลิสไตรีน (PS)	5
คุณสมบัติของลิโมนีน	5
พอลิเมอร์	6
ตัวเชื่อมประสาน	6
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	7
วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	7
สารเคมี	7
ขั้นตอนการดำเนินการ	8
-การหาอัตราส่วนย่อยสลายโพลีที่เหมาะสม	8
-การศึกษาหาอัตราส่วนเหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน	9

-การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสาน	9
บทที่ 4 ผลการทดลอง	10
-การหาอัตราส่วนย่อยสลายโพลีที่เหมาะสม	10
-การศึกษาหาอัตราส่วนเหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน	11
-การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสาน	12
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	14
สรุป	14
อภิปรายผล	14
ข้อเสนอแนะ	15
เอกสารอ้างอิง	16
ภาคผนวก	17

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนลิโมนีนและเอทานอล	8
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองอัตราส่วนโพลี:ลิโมนีน:เอทานอล ที่ย่อยสลายโพลีได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด	10
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองอัตราแอสิตอนที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน	11
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการรื้อซึม	11
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการทนต่อสารเคมี	12
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบแรงยึดติด	13

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

“โฟม” ถือว่าเป็นพลาสติกที่ผ่านกระบวนการที่ใช้ก๊าซหุงต้มประเภทบิวเทน(C_4H_{10}) หรือเพนเทน (C_5H_{12}) ทำให้พลาสติกนั้นเพิ่มปริมาตรกลายเป็นโฟม คำว่าโฟมในงานวิจัยนี้จะหมายถึงโฟมที่ผลิตจากพลาสติกประเภทพอลิสไตรีน (PS) เท่านั้น อุตสาหกรรมโฟมPS ในเมืองไทยเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 40 ปีมาแล้ว โดยเริ่มจากการผลิตโฟมเพื่อใช้ทำผนังห้องเย็นต่อมาเมื่ออุตสาหกรรมในประเทศเริ่มเติบโตขึ้น การใช้โฟมเพื่อบรรจุสินค้า โดยเฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการส่งออกจึงเริ่มขึ้นในราวปี พ.ศ. 2520 ต่อมาได้มีการใช้โฟมในการก่อสร้างอาคาร คอสะพาน และถนนอีกด้วย ปัจจุบัน มีผู้ผลิตโฟม PS ในประเทศไทยประมาณ 35 ราย ซึ่งส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ซึ่งมีกำลังการผลิตโดยรวมประมาณ 4,000-4,500 ตันต่อเดือน โฟมที่ผลิตส่วนใหญ่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นหลัก นอกจากนั้นเป็นกล่องโฟมสำหรับใส่อาหารและใช้สำหรับบรรจุอาหารทะเลแช่แข็งเพื่อส่งออก

ปัญหาที่พบเกี่ยวกับโฟมนั้นได้แก่การกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดจากโฟมเหลือใช้ ซึ่งโฟมนั้นต้องใช้เวลาย่อยสลายถึง 400 ปี และใช้พื้นที่ในการฝังกลบมากกว่าขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารประมาณ 3 เท่า เนื่องจากขยะโฟมมีปริมาตรสูงเมื่อเทียบกับน้ำหนักและมีความทนต่อแรงอัด หากใช้วิธีเผาทำลายก็จะก่อให้เกิดมลพิษ รวมทั้งสาร CFC จากโฟมก็จะลอยขึ้นไปยังชั้นบรรยากาศทำลายชั้นโอโซน เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนอีกด้วย

แม้ในปัจจุบันปัญหาขยะโฟมจะลดลงเมื่อเทียบกับในอดีตเนื่องจากการออกกฎหมายที่ส่งเสริมการรณรงค์ลดใช้โฟม แต่ยังคงมีการใช้โฟมในกิจกรรมบางประเภทของสังคม เช่น งานเทศกาลต่างๆ ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการใช้งานแล้ว โฟมจะถูกละเลยและกลายเป็นของเสียโดยไม่ได้รับการจัดอย่างเหมาะสม จนกลายเป็นขยะสะสมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อลดขยะพลาสติกชนิดโฟม
- 1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนลิโมนีนต่อเอทานอลที่เหมาะสมในการย่อยสลายโฟม
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอัตราส่วนแอซิโตนที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน
- 1.2.4 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสานที่ได้จากโฟม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ย่อยสลายโฟมพลาสติกชนิดประเภทพอลิสไตรีน (PS)
- 1.3.2 ศึกษาหาอัตราส่วนย่อยสลายโฟมโดยใช้ลิโมนีน(D-limonene) และเอทานอล(Ethanol)
- 1.3.3 ใช้แอซิโตนเป็นตัวทำละลาย(Acetone)
- 1.3.4 ทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสานโดยการทดสอบการรื้อซึม การทนต่อสารเคมี และแรงยึดติด

1.4 สมมติฐาน

- 1.4.1 อัตราส่วนลิโมนีนที่มีปริมาณมาก จะสามารถย่อยสลายโฟมได้มาก
- 1.4.2 อัตราส่วนแอซิโตนที่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกันได้
- 1.4.3 การเชื่อมวัตถุด้วยตัวเชื่อมประสานจากโฟมมีความยืดหยุ่นสูง(เป็นพอลิเมอร์)สามารถเชื่อมติดวัตถุได้แข็งแรง

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา

ตอนที่ 1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการย่อยสลายโพลี

ตัวแปรต้น อัตราส่วนลิโมนีนต่อเอทานอล

ตัวแปรตาม ประสิทธิภาพในการย่อยสลายโพลี, ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้

ตัวแปรควบคุม โพลีพลาสติกชนิดประเภทพอลิสไตรีน(PS), ลิโมนีน, เอทานอล

ตอนที่ 2 การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเป็นตัวเชื่อมประสาน

ตัวแปรต้น ปริมาณแอซีโตน

ตัวแปรตาม ตัวเชื่อมประสานที่ได้

ตัวแปรควบคุม แอซีโตน, อุณหภูมิ, ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตอนที่ 1

ตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสาน

3.1 การรั่วซึม

ตัวแปรต้น กระดาษที่เชื่อมประสานด้วยผลิตภัณฑ์

ตัวแปรตาม การรั่วซึมของน้ำโดยสังเกตจากทึบ

ตัวแปรควบคุม น้ำ, ปริมาณน้ำ, ระยะเวลา

3.2 การทดสอบการทดสอบต่อสารเคมี

ตัวแปรต้น ชนิดของสารเคมี

ตัวแปรตาม น้ำหนักกระดาษก่อน-หลังทดสอบ

ตัวแปรควบคุม ชนิดกระดาษ, ตัวเชื่อมประสาน, ระยะเวลา

3.1 การยึดติดวัสดุ

ตัวแปรต้น วัสดุที่ใช้ยึดติด

ตัวแปรตาม การยึดติดของวัสดุ,ค่าแรงดึง,ค่าระยะยึด

ตัวแปรควบคุม เครื่องTensile Test,พื้นที่ติดตัวเชื่อมประสาน,ตัวเชื่อมประสาน

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อลดปัญหาปริมาณขยะโฟมพลาสติกด้วยลิโมนีนและการย่อยสลายของโฟมเป็นตัวเชื่อมประสานชนิดพอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติการยึดติดด้วย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่อง การศึกษาตัวเชื่อมประสานจากโพลีเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ คณะผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาเอกสารจากหนังสือและแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 1) โพลีพลาสติกพอลิสไตรีน (PS)
- 2) คุณสมบัติของลิโมนีน
- 3) พอลิเมอร์
- 4) ตัวเชื่อมประสาน

1. โพลีพลาสติกพอลิสไตรีน(PS)

โพลีพอลิสไตรีนเป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติก คือหลอมเป็นของเหลวได้ โดยที่อุณหภูมิห้อง จะอยู่ในสถานะของแข็ง แต่จะหลอมละลายเมื่อทำให้ร้อนและแข็งตัวเมื่อเย็นลง

พอลิสไตรีนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปส่วนใหญ่เป็นชนิดที่เรียกว่า expanded polystyrene (EPS) เป็นชนิดที่ได้จากการผสมพอลิสไตรีนร้อยละ 90-95 กับสารทำให้ขยายตัว(ที่ใช้กันมากคือ เพนเทนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อก่อนใช้CFC ซึ่งสารทำลายโอโซน)

2. คุณสมบัติของลิโมนีน

ลิโมนีนเป็นน้ำมันหอมระเหยที่ถูกสกัดมาจากเปลือกชั้นนอก(exocarp)ซึ่งสามารถพบต่อมน้ำมันได้ในชั้น flavedo ของพวกผลไม้ตระกูลส้ม โดยคิดเป็นเกือบ 97% ของปริมาณน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด ลิโมนีนเป็นสารประกอบประเภทเทอร์พีนอยด์ในกลุ่มของโมโนเทอร์พีน(monoterpene)เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องระเหยง่ายเมื่อได้รับความร้อน มีความไวไฟแต่ไม่ละลายในน้ำ มีกลิ่นเฉพาะตัว มีสูตรทางเคมี คือ $C_{10}H_{16}$ น้ำหนักโมเลกุล 136.24 g/mol มีจุดเดือด $175.5-176^{\circ}C$ จุดหลอมเหลวเท่ากับ $-95.2^{\circ}C$ มีจุดวาบไฟที่ $>43^{\circ}C$ โดยลิโมนีนใช้ทดแทนไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีน คลอโรฟลูออโรคาร์บอน และตัวทำละลายอื่นๆ ในความเข้มข้น 30-100% ใช้เป็นสารขจัดคราบไขมันโลหะก่อนทาสี เป็นตัวทำละลายสี และเป็นสารทำความสะอาดในอุตสาหกรรมการพิมพ์และอิเล็กทรอนิกส์

3. พอลิเมอร์

สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีมวลโมเลกุลมากประกอบด้วย หน่วยเล็ก ๆ ของสารที่อาจจะเหมือนกันหรือต่างกันมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่มีโครงสร้างแบบโซ่ตรงหรือโครงสร้างแบบกึ่งเป็นสายยาว เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและหลอมเหลว แต่หากอุณหภูมิลดลงจะกลับไปแข็งตัวตามเดิม โดยโพนั่นเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ผ่านกระบวนการเติมแก๊สให้เกิดฟองจำนวนมากแทรกอยู่ระหว่างเนื้อพลาสติก ส่งผลให้เนื้อโพนุ่มเบาและมีความยืดหยุ่น

4. ตัวเชื่อมประสาน

ทำหน้าที่เชื่อมวัสดุต่างๆเข้าด้วยกันซึ่งมีหลายชนิดแตกต่างกันออกไป เช่น กาวตราช่าง เรซิน พื้นผิวที่เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น คอนกรีต ปูน อิฐ ไม้ เซรามิก และอะลูมิเนียม ดังนั้นควรเลือกใช้ตัวเชื่อมประสานให้เหมาะสมกับชนิดของพื้นผิว เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและสอดคล้อง

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

ในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องการศึกษาตัวเชื่อมประสานจากโฟมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ ผู้จัดทำโครงงานใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ออกแบบการทดลอง และทำการทดลองตาม ดังนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

- 1) โฟมพลาสติกพอลิสไตรีน (PS Foam)
- 2) ปีกเกอร์
- 3) แท่งแก้วคนสาร
- 4) กระຈก
- 5) ท่อPVC
- 6) แผ่นยิปซัมบอร์ด
- 7) แผ่นกระเบื้อง

3.1.2 เครื่องมือ

- 1) Hotplate & Stirrer
- 2) เครื่องชั่งสารดิจิตอล
- ก ก ก ก ก 3) เครื่องTensile Test

3.2 สารเคมี

- 1) ลิโมนีน $C_{10}H_{16}$
- 2) เอทานอล C_2H_6O

3) แอซีโตน C_3H_6O

4) น้ำยาล้างจาน

5) น้ำยาล้างห้องน้ำ

6) น้ำยาเช็ดกระจก

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.3.1 การหาอัตราส่วนย่อยสลายโฟมที่เหมาะสม

- 1) ชั่งโฟมพลาสติก 10 g จำนวน 7 ปีกเกอร์
- 2) ชั่งลิโมนีนและเอทานอลอัตราส่วนดังตาราง

ตารางที่ 3.1 ตารางอัตราส่วนลิโมนีนและเอทานอล

สูตร	อัตราส่วน(g)	
	ลิโมนีน	เอทานอล
A	4	2
B	4	4
C	4	6
D	6	2
E	6	4
F	6	6
G	6	8
H	8	2
I	8	4

3) นำอัตราส่วนแต่ละสูตรมาผสมกับโฟม 10 g

4) คนส่วนผสมให้เข้ากัน จนเป็นเนื้อเดียวกัน

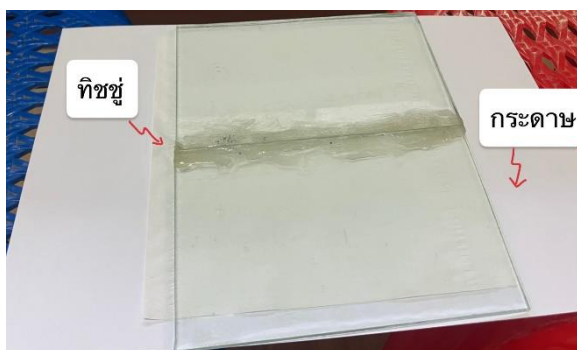
3.3.2 การหาอัตราส่วนแอซิโตนที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน

- 1) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสูตร G
- 2) ชั่งแอซิโตน 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 g
- 3) นำไปตั้งบน Hotplate & Stirrer ด้วยไฟอ่อนและกวน แล้วปิดฝาด้วย
- 4) ให้ความร้อนและกวน จนกว่าผลิตภัณฑ์จะละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสาน

ตอนที่ 1 การรื้อซึม

- 1) วางกระดาษ ทิชชู และกระจกที่เชื่อมประสานด้วยผลิตภัณฑ์ตามลำดับจากล่างขึ้นบนดังรูป



- 2) นำน้ำผสมสีผสมอาหารสีแดง แล้วหยดใส่บนกระจกที่เชื่อมประสานด้วยผลิตภัณฑ์
- 3) รอ 1 ชั่วโมงแล้วสังเกตผลจากบนทิชชู

ตอนที่ 2 การทนต่อสารเคมี

- 1) นำกระจกที่เชื่อมด้วยผลิตภัณฑ์มาชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกค่า
- 2) นำกระจกที่เชื่อมด้วยผลิตภัณฑ์มาแช่กับน้ำยาล้างห้องน้ำ แล้วรอ 30 นาที
- 3) เมื่อครบ 30 นาทีเอามาแล้วรอกกระจกหลัง
- 4) นำกระจกมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกค่า
- 5) ทำการทดลองที่ 2 ซ้ำแต่เปลี่ยนน้ำยาล้างจาน และน้ำเช็ดกระจก

ตอนที่ 3 แรงยึดติด

- 1) นำแผ่นยิปซัมบอร์ด และแผ่นอะคริลิกเชื่อมด้วยตัวเชื่อมประสาน
- 2) นำมาทดสอบแรงยึดติดด้วยเครื่อง Tensile Test
- 3) สังเกตและบันทึกผล

บทที่ 4

ผลการทดลอง

โครงการเรื่องการศึกษาตัวเชื่อมประสานจากโพลีเมอร์ไปประยุกต์ใช้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนลิโมนีนต่อเอทานอลที่เหมาะสมในการย่อยสลายโพลีเมอร์ 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนแอสิตอนที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน และ 3) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสานที่ได้จากโพลีเมอร์ โดยมีผลการทดลอง ดังนี้

4.1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการย่อยสลายโพลีเมอร์

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองอัตราส่วนโพลีเมอร์:ลิโมนีน:เอทานอล ที่ย่อยสลายโพลีเมอร์ได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

สูตร	อัตราส่วน(g)		ผลการทดลอง
	ลิโมนีน	เอทานอล	
A	4	2	ย่อยสลายโพลีเมอร์ไม่หมด
B	4	4	ย่อยสลายโพลีเมอร์ไม่หมด
C	4	6	ย่อยสลายโพลีเมอร์ไม่หมด
D	6	2	ย่อยสลายโพลีเมอร์ไม่หมด
E	6	4	ย่อยสลายโพลีเมอร์ไม่หมด
F	6	6	ย่อยสลายโพลีเมอร์หมด
G	6	8	ย่อยสลายโพลีเมอร์หมด
H	8	2	ย่อยสลายได้เป็นของเหลว
I	8	4	ย่อยสลายได้เป็นของเหลว

จากการทดลองจะเห็นว่าสูตร A-E จะยังย่อยสลายโพลีเมอร์ได้ไม่หมด สูตร F และ G สามารถย่อยสลายโพลีเมอร์ได้หมด แต่สูตร F เนื้อของผลิตภัณฑ์ที่แข็งกว่า สูตร G เนื้อของผลิตภัณฑ์ที่นุ่มกว่า และสูตร H และ I สามารถย่อยสลายโพลีเมอร์ได้หมดจนกลายเป็นของเหลวใส ดังนั้นจึงได้ว่าอัตราส่วนย่อยสลายโพลีเมอร์ 10 g ที่มีประสิทธิภาพคือสูตร G

4.2 การศึกษาหาอัตราส่วนแอซิโตนที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองอัตราส่วนแอซิโตนที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสาน

สูตร	ปริมาณแอซิโตน(g)	ผลที่เกิดขึ้น
G05	5	ผลิตภัณฑ์ยังไม่ละลายเป็นเนื้อเดียว
G10	10	ผลิตภัณฑ์ยังไม่ละลายเป็นเนื้อเดียว
G15	15	ผลิตภัณฑ์ยังไม่ละลายเป็นเนื้อเดียว
G20	20	ผลิตภัณฑ์ยังไม่ละลายเป็นเนื้อเดียว
G25	25	ผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
G30	30	ผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
G35	35	ผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

จากการทดลองจะได้ว่าสูตร G05,G10,G15และG20ผลิตภัณฑ์ยังไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เพราะว่าแอซิโตนได้ระเหยหมด สูตร G25 ผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกันแต่เหลือปริมาณแอซิโตนที่น้อยมากทำให้ผลิตภัณฑ์ตัวเชื่อมประสานแข็งตัวไว สูตร G30 ผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกันและเหลือปริมาณแอซิโตนปริมาณที่กำลังพอดี และสูตร G35 ผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกันแต่เหลือปริมาณแอซิโตนที่มาก ดังนั้นจึงได้ว่าปริมาณแอซิโตนที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวเชื่อมประสานคือ 30 g

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสาน

ตอนที่ 1 การรื้อซึม

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการรื้อซึม

กระจกแผ่นที่	การทดลอง	ผลที่เกิดขึ้น
1		 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

2		 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
3		 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

จากการทดลองได้มีการทดสอบกับกระจกทั้ง 3 แผ่น จะได้ว่าไม่มีการรั่วซึมดูได้จากไม่มีรอยสีแดงเปื้อนบนทิชชู

ตอนที่ 2 การทดสอบสารเคมี

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการทนต่อสารเคมี

ชนิดของสารเคมี	มวลที่เปลี่ยนแปลง(g)	
	ก่อนการทดสอบ	หลังทดสอบ
น้ำยาล้างห้องน้ำ	390.11	390.49
น้ำยาล้างจาน	390.11	390.17
น้ำยาเช็ดกระจก	390.11	390.11

จากการทดลองนำแผ่นกระจกมาแช่ในสารเคมีทิ้งไว้ 30 นาทีหลังจากนั้นนำขึ้นมาแล้วรอกระจกแห้ง แล้วสังเกตผลค่ามวลที่เปลี่ยนแปลงก่อน-หลังการทดสอบ พบว่าก่อน-หลังทดสอบมีมวลต่างกันน้อยมาก

ตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแรงยึดติดด้วยเครื่อง Tensile test

เชื่อมประสานด้วยตัวเชื่อมประสานบนวัสดุตัวอย่างทั้ง 2 ชนิดพื้นที่ $4.7 \times 3 \text{ cm}^2$

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบแรงดึงและระยะยืดทั้ง 3 ครั้งของแผ่นยิปซัม

แรงดึงครั้งที่ 1 (kN.)	ระยะยืดครั้งที่ 1 (mm.)	แรงดึงครั้งที่ 2 (kN.)	ระยะยืดครั้งที่ 2 (mm.)	แรงดึงครั้งที่ 3 (kN.)	ระยะยืดครั้งที่ 3 (mm.)
0.070	1.74	0.080	0.51	0.070	1.96
0.120	4.46	0.140	4.62	0.140	4.52
0.205	4.50	0.210	4.69	0.220	4.64
0.280	4.53	0.290	4.74	0.325	4.71
0.350	4.60	0.370	4.79	0.350	4.72
0.445	4.78	0.455	4.84	0.470	4.81
		0.545	4.90	0.545	4.86
		0.625	4.99	0.570	4.88
		0.700	5.28	0.612	5.12

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบแรงดึงและระยะยืดของแผ่นอะคริลิก

แรงดึง (kN.)	ระยะยืด (mm.)
0.040	2.62
0.080	2.75
0.120	2.80
0.160	2.86
0.200	2.91
0.240	3.00
0.300	3.21
0.325	3.55

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการย่อยสลายโฟม โฟม:ลิโมนีน:เอทานอลคือ 10:6:8

5.1.2 แอซิโตนปริมาณ 30 g เป็นปริมาณที่ประสิทธิภาพในการละลายผลิตภัณฑ์มากที่สุด

5.1.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพตัวเชื่อมประสานจากโฟมสามารถยึดติดกับท่อPVC, กระชกและผ้า และยังมีประสิทธิภาพในการกันรั่วซึมและทนต่อสารเคมี

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 จากการทดลองย่อยสลายโฟม ในอัตราส่วน โฟม: ลิโมนีน : เอทานอล เท่ากับ 10:6:8 ให้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการย่อยสลายโดยโฟมสามารถละลายได้จนหมดกลายเป็นก้อนพลาสติกพอลิเมอร์ โดยอาศัยลิโมนีนจำนวน 6 g ซึ่งสามารถย่อยสลายโฟมได้ตามคุณสมบัติเมื่อใช้ร่วมกับเอทานอลจำนวน 8 g ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความสามารถในการกระจายตัวย่อยสลายของลิโมนีน

5.2.2 โดยแอซิโตนปริมาตร 30 กรัม สามารถละลายผลิตภัณฑ์ให้กลายเป็นตัวเชื่อมประสานโดยเข้าไปทำลายพันธะระหว่างโมโนเมอร์และไม่ระเหยก่อนผลิตภัณฑ์จะละลายหมด

5.2.3 จากชุดการทดลองสังเกตได้ว่ากระดาษที่รองกระชกทั้ง3 แผ่นไว้ไม่มีรอยน้ำสีเปื้อน

5.2.4 การทดสอบปฏิกิริยาของตัวเชื่อมประสานเมื่อสัมผัสกับน้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำยาล้างจาน และน้ำยาเช็ดกระจก โดยทั่วไปแล้วน้ำยาล้างห้องน้ำมีส่วนประกอบหลักของ กรดไฮโดรคลอริกซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดน้ำยาล้างมีฤทธิ์เป็นเบส และน้ำยาเช็ดกระจกมีฤทธิ์เป็นกลาง พบว่ามวลก่อนการสัมผัสเทียบกับหลังแล้วมีมวลใกล้เคียง จึงสรุปได้ว่าไม่เกิดปฏิกิริยากับสารเคมีในชีวิตประจำวัน

5.2.5แรงดึง สามารถหาค่าความเค้นเฉือนสูงสุดได้จาก แรงดึงที่มากที่สุด/พื้นที่ที่ทาตัวเชื่อมประสาน

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A}$$

$$F = \text{แรงที่กระทำ (N.)}$$

$$A = \text{พื้นที่ที่แรงกระทำ (m}^2\text{)}$$

แผ่นยิปซัม จากการทดลอง 3 ครั้งพบว่าวัสดุหักที่บริเวณอื่นที่ไม่ใช่บริเวณที่มีการเชื่อมประสานจึงได้ว่า
ตัวเชื่อมประสานรับความเค้นเฉือนได้มากกว่าความเค้นดึงที่วัสดุได้รับ ซึ่งมากที่สุดคือ $700 \times 10^3 \text{ N}$.

แผ่นอะคริลิก จากตารางแรงดึงสูงสุดได้ $0.325 \times 10^3 \text{ N}$. ได้ ความเค้นเฉือนสูงสุด $230,496.45 \text{ N/m}^2$
หรือ 230.5 kPa

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. นำลิโมนีนย่อยพลาสติกชนิดอื่นๆเปรียบเทียบการย่อยสลายกับโพรพอลิสไตรีน
2. ศึกษาความเป็นพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์นี้ไม่เพียงแคร์ไซเคิลได้ แต่
ยังปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
3. ทดสอบประสิทธิภาพด้านอื่นๆมากขึ้นเพื่อหาประโยชน์ในการใช้ตัวเชื่อมประสานมากขึ้น
4. ศึกษาหาตัวทำละลายชนิดใหม่ที่ปลอดภัยกว่า หรือควบคุมกลิ่นได้ดี

เอกสารอ้างอิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พอลิเมอร์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<https://curadio.chula.ac.th/Images/Class-Onair/sc/2015/sc-2016-01-15.pdf> (วันที่สืบค้นข้อมูล: 1 มีนาคม 2568)

วิกิพีเดีย. (2568). พอลิสไตรีน. (ออนไลน์). สืบค้นจาก :

<https://th.wikipedia.org/wiki/วันที่สืบค้นข้อมูล> :30 มิถุนายน 2568)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. (2553). การศึกษาประสิทธิภาพในการละลายโพลีพอลิสไตรีน.

(ออนไลน์). สืบค้นจาก : [https://foods.anamai.moph.go.th/web-](https://foods.anamai.moph.go.th/web-upload/13x34cba8a8c311038000343e8ab441d5ff/202105/m_news/35379/204463/file_download/86a6825fc9f126614c95c2018f0cd89a.pdf)

[upload/13x34cba8a8c311038000343e8ab441d5ff/202105/m_news/35379/204463/file_download/86a6825fc9f126614c95c2018f0cd89a.pdf](https://foods.anamai.moph.go.th/web-upload/13x34cba8a8c311038000343e8ab441d5ff/202105/m_news/35379/204463/file_download/86a6825fc9f126614c95c2018f0cd89a.pdf)

(วันที่สืบค้นข้อมูล:23 มีนาคม 2568)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2556). พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ

และไนลอน6โดยมีเทอร์โมพลาสติก อีลาสโตเมอร์จากยางธรรมชาติอีพ็อกซีได้ซ์เป็นตัวเชื่อมประสาน.

(ออนไลน์). สืบค้นจาก :

[http://otop.dss.go.th/attachments/article/135/CF76\(B5\).pdf](http://otop.dss.go.th/attachments/article/135/CF76(B5).pdf)(วันที่สืบค้นข้อมูล:10 กรกฎาคม

2568)

ภาคผนวก

ตอนที่ 1 การหาอัตราส่วนลิโมนีนต่อเอทานอลในการย่อยสลายโฟม



โฟม 10 g



ลิโมนีน 6 g



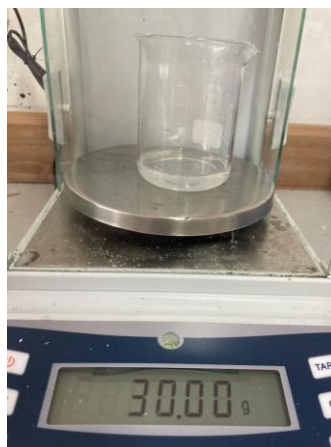
เอทานอล 8 g

ตอนที่ 2 การหาอัตราส่วนแอซิโตนที่เหมาะสมสำหรับการเป็นตัวเชื่อมประสาน



ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก

ตอนที่ 1 ด้วยไฟอ่อนและปิดฝา



แอซิโตน 30 g



นำไปตั้งบน Hotplate Stirrer

ตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเชื่อมประสาน



ตัวเชื่อมประสานที่ได้จากตอนที่ 2



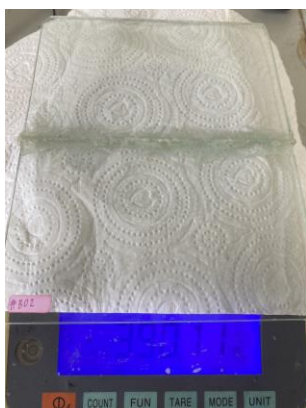
นำมาเชื่อมกระจกสองแผ่นเข้าด้วยกัน แล้วก็ท่อ PVC



นำกระจกมาวางบนกระดาษ



เทน้ำสีและสังเกต



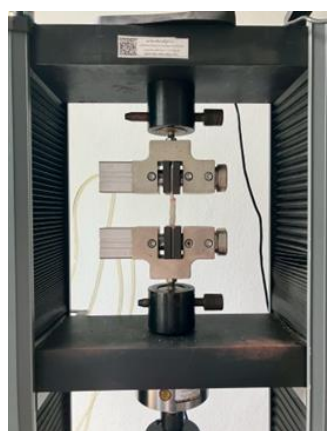
มวลก่อนการทดลอง



แช่น้ำยาล้างห้อง 30 นาที



มวลหลังการทดลอง



แผ่นยิปซัมบอร์ด

ขนาด 4.7*27.2 cm.



แผ่นอะคริลิก

ขนาด 4.7*35.6 cm.