

## แผ่นกันกระสุนจากวัสดุประกอบเส้นใยไมยราบยักษ์

โดย นายธีรพงษ์ ศิริพันธ์

นายรณฤทธิ์ หลอดคำ

### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตแผ่นกันกระสุนจากเส้นใยไมยราบยักษ์ เพื่อกันกระสุนปืนสั้นขนาด 9 มม. และศึกษาคุณสมบัติด้านความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ของแผ่นกันกระสุน โดยมุ่งเน้นที่จะใช้เส้นใยธรรมชาติจำพวกวัชพืช อย่างเช่น ต้นไมยราบยักษ์ซึ่งเป็นวัชพืชต่างถิ่นประเภทรุกรานที่มีความรุนแรง ไม่เป็นที่ต้องการ ไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ และมักสร้างความเสียหายให้พืชเศรษฐกิจ แต่เส้นใยไมยราบยักษ์นั้นมีความสมบัติเชิงกลที่สูง เช่น ความแข็งแรง และความยืดหยุ่น ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานด้านการป้องกันกระสุน โดยประสานรวมกันกับวัสดุเสริมอย่างเส้นใยคาร์บอน เส้นใยโพลีเอทิลีน มีอีพ็อกซีเรซิน เป็นตัวประสาน และขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดที่แรงดัน 3000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในการทดลองได้ผลิตตัวอย่าง 3 ชิ้น แต่ละชิ้นมีส่วนประกอบคือ ชิ้นแรกเป็นเส้นใยไมยราบยักษ์ที่มีน้ำหนัก 70 กรัม ชิ้นที่สองเป็นเส้นใยคาร์บอนหนัก 30 กรัม และชิ้นสุดท้ายเป็นแผ่นโพลีเอทิลีนที่มีน้ำหนัก 85, 50, 25 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเราเรียกแผ่นตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง คือ T3, T4, T5 ที่มีเส้นใยโพลีเอทิลีนแตกต่างกันตามลำดับ โดยกำหนดแผ่นกันกระสุนมีขนาด 15x15 เซนติเมตร ถูกอัดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นทดสอบยิงด้วยกระสุนปืนสั้นขนาด 9 มม. ที่ระยะ 5 เมตร จำนวนแผ่นละ 2 นัดและศึกษาคุณสมบัติเชิงกล พบว่าในการทดสอบแรงดึงของเส้นใยไมยราบยักษ์ด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติเชิงกล พบว่า เส้นใยมีคุณสมบัติทางกลที่ดี โดยมีค่าแรงดึงสูงสุด อยู่ที่ 868.04 นิวตัน, ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด อยู่ที่ 66.77 เมกะปาสกาล และค่าความยืดหยุ่นสูงสุดอยู่ที่ 1177.03 เมกะปาสกาล แสดงถึงความเหนียวและความแกร่งหรือแข็งของวัสดุเพิ่มขึ้นหลังจากถูกยืดหรือเสียรูปแบบถาวร ซึ่งช่วยในการรับแรงกระแทกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการทดสอบยิงกระสุนกับแผ่นกันกระสุนแต่ละชุดจำนวน 2 นัด พบว่าแผ่นกันกระสุน 3 ตัวอย่างสามารถป้องกันไม่ให้กระสุนทะลุผ่านได้ทั้งหมด แผ่น T3 มีค่าการยุบตัวของแผ่นกันกระสุน ต่ำที่สุด คือ 8.15 มม. ไม่มีความเสียหายด้านหลังหรือด้านข้าง แสดงถึงการกระจายแรงกระแทกที่ดี แผ่น T5 แม้ใช้โพลีเอทิลีนในปริมาณน้อยที่สุด แต่ยังให้ค่าการยุบตัวของแผ่นกันกระสุน เพียง 10.35 มม. ส่วนแผ่น T4 มีค่าการยุบตัวของแผ่นกันกระสุน สูงที่สุดที่ 20.35 มม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยตามมาตรฐาน ระดับ 2 ที่จัดทำโดย National Institute of Justice-0101.06 ที่มีค่าการยุบตัวของแผ่นกับกระสุนไม่เกิน 44 มิลลิเมตร และมีความเสียหายบริเวณด้านหลังและด้านข้างชัดเจน จากการยิงซ้ำจุดใกล้กัน นำไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นกลไกการเสียหายของเส้นใย มีการแตกและฉีกขาดของเส้นใยไมยราบยักษ์และอีพ็อกซีที่เกิดจากแรงกระแทกอย่างชัดเจน

ผลการทดลองพบว่าแผ่น T3 มีประสิทธิภาพในการป้องกันกระสุนดีที่สุด ขณะที่แผ่น T5 มีน้ำหนักโพลีเอทิลีนน้อยกว่า และน้ำหนักโดยรวมทั้งแผ่นเบากว่า ให้ผลลัพธ์ที่อยู่ในระดับมาตรฐาน แผ่น T5 จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อใช้งานมากที่สุด



*Faculty Of Engineering, UBU*

## Ballistic Protection plate from Mimosa Pigra Fiber Composite Materials

By Mr. Theerapong Siriphan

Mr. Ronalit Hlodkam

### Abstract

This research aims to develop bullet-resistant panels utilizing fibers from the Giant Sensitive Plant (Mimosa Pigra) for protection against 9 mm handgun bullets and to study their mechanical properties in terms of strength and flexibility. The project focuses on the use of natural plant-based fibers, particularly from invasive weeds such as Mimosa Pigra, which are non-native, aggressive species with no economic value and often detrimental to agricultural crops. However, the fibers of this plant exhibit high mechanical properties, including tensile strength and elasticity, making them a promising material for ballistic protection. The fibers were combined with reinforcing materials, including carbon fiber and ultrahigh molecular weight polyethylene (UHMWPE), using Bisphenol A epoxy resin as a matrix binder. The composite panels were fabricated using a compression molding process under a pressure of 3,000 psi. Three samples (T3, T4, and T5) were produced, each with dimensions of 15 × 15 cm. The first layer of each sample was comprised of Giant Sensitive Plant fibers weighing 70, 60, and 50 grams, respectively. The second layer consisted of 30 grams of carbon fiber, and the third layer included UHMWPE sheets weighing 85, 50, and 25 grams, respectively. All samples were compressed for 12 hours and cured at a temperature of 80°C for 4 hours. Ballistic testing was performed by firing two 9 mm rounds at each panel from a distance of 5 meters. Tensile testing using a Universal Testing Machine (UTM) indicated that the plant fibers possessed excellent mechanical properties, with a maximum tensile force of 868.04 N, tensile strength of 66.77 MPa, and elastic modulus of 1177.03 MPa. These properties reflect the material's toughness and strain-hardening behavior, both critical for effective impact resistance. All three panel samples were able to prevent bullet penetration. Among them, Panel T3 achieved the lowest back face signature (BFS) at 8.15 mm, with no visible damage to the back or side surfaces, indicating optimal energy dispersion. Panel T5, which used the least amount of UHMWPE and had the lowest overall weight, still exhibited a BFS of 10.35

mm. Panel T4 recorded the highest BFS at 20.35 mm, which remained within the safety limits of NIJ Standard 0101.06 ( $<44$  mm), although notable damage was observed at the back and sides due to repeated impacts in close proximity. A scanning electron microscope (SEM) analysis showed clear failure mechanisms, including fiber breakage and epoxy matrix cracking caused by the ballistic impact.

In summary, Panel T3 demonstrated the highest ballistic performance. Nevertheless, Panel T5, due to its lower weight and acceptable BFS values, presents the highest potential for further development as a lightweight, cost-effective ballistic material.

