แผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลา
The Particleboard for Fire Retardation from Corn husk coated with Fish Gelatin

จินดาพร สืบขำเพชร* **และ ธีระวิทย์ พลโคกก่อง**
Jindaporn Suebkumpet*, and Thirawit Phonkhokkong
กลุ่มวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Physics Program, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University
Email: jindaphorn.sk@bru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิต และตรวจสอบสมบัติแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลา อัดขึ้นรูปแบบแผ่นขนาด 150x150x100 mm^3 โดยใช้กาวฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสานและเปลือกข้าวโพดแห้ง ในอัตราร้อยละ 30 : 70 ขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็นในแม่พิมพ์เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นแช่ในเจลลาตินปลาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชิ้นงานถูกนำมาทดสอบสมบัติต้านทางการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94 พบว่าแผ่นชิ้นทดสอบไม่เกิดการเผาไหม้ จากนั้นทดสอบสมบัติชิ้นงานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบที่ความหนาแน่นปานกลาง (มอก. 2547) สำหรับสมบัติเชิงกายภาพ พบว่ามีความหนาแน่นเฉลี่ย 517.47 kg/ m^3 ความชื้นร้อยละ 12.30 การพองตัวตามความหนาร้อยละ 5.34 สำหรับทดสอบสมบัติเชิงกล พบว่ามีความต้านทานแรงดัด 6.92 MPa มอดูลัสยืดหยุ่น 348.43 MPa และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.060 MPa จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า แผ่นชิ้นทดสอบมีสมบัติทางกายภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แต่ยังขาดสมบัติเชิงกล อีกทั้งยังตรวจสอบลักษณะสัณฐานตามพื้นผิวของแผ่นชิ้นทดสอบที่กำลังขยาย 500 เท่า ด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเจลาตินปลาสามารถเกาะติดพื้นผิวในลักษณะที่กระจายตัวทั่วทั้งผิวเรียบและขรุขระสลับกัน โดยเป็นไปตามคุณลักษณะของแผ่นชิ้นไม้อัด ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลา สามารถต้านทานการลามไฟได้และเหมาะสำหรับการนำมาแปรรูปใช้ในอุตสาหกรรมตกแต่งและงานเฟอร์นิเจอร์

คำสำคัญ: เปลือกข้าวโพด การอัดเย็น แผ่นชิ้นไม้อัด กาวฟอร์มัลดีไฮด์ เจลาตินปลา

ABSTRACT

The objective of the study was production process and examine the creation of a particleboard for fire Retardation from corn husk coated with fish gelatin. As for the study, first of all, the particleboard was pressed, forming a 50 x 50 x 10 mm^3 sheet, and formaldehyde glue was used to be a potential adhesive with the proportion between the adhesive and dry corn husk 30 and 70 respectively, then the cold press was brought with the mold for 30 minutes, finally the material was soaked in fish gelatin for 1 hour. The findings showed that a particleboard for fire Retardation from corn husk coated with fish gelatin no burning rate, which passed the UL 94 standard HB. For industrial standard for particleboard with moderate density (TISI 876-2547) it showed that the particleboard for fire Retardation from corn husk coated with fish gelatin included physical properties of density 517.47 kg/m^3, moisture content 12.30%, thickness swelling 5.34% and mechanical properties of modulus of rupture 6.92 MPa, modulus of elasticity 348.43 MPa, tensile strength 0.060 MPa. So three of them did not conform to standard criterion. The findings showed that the surface of a particleboard for fire Retardation from corn husk coated with fish gelatin when looked at magnification power of 500x was smooth and rough alternately due to the surface of the particleboard. The result shown a particleboard for fire Retardation from corn husk coated with fish gelatin can resist Fire Retardation and suitable for decoration industry and furniture.

Keywords: Corn husk, Cold press, Particleboard, Formaldehyde glue, Fish gelatin

บทนำ

อัคคีภัย เป็นสาธารณภัยประเภทหนึ่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา โดยก่อให้เกิดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน อันเนื่องมาจากความร้อนของเปลวไฟ จากการรายงานข้อมูลของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พบว่าในระหว่างปี พ.ศ. 2532-2558 มีสถิติการเกิดอัคคีภัยในประเทศไทยสูงถึง 52,000 ครั้ง ซึ่งเกิดมูลค่าความเสียหายมากกว่า 31,000 ล้านบาท (Department of Disaster Prevention and Mitigation, Ministry of Interior, 2020) โดยมีสาเหตุหลักมาจากความประมาทในการใช้ไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดการลุกลามบริเวณที่เป็นเชื้อเพลิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุที่ทำด้วยไม้

หรือพลาสติก โดยในปัจจุบันมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการป้องกันการลามไฟ โดยการจัดระเบียบในการเก็บรักษาทรัพย์สินที่มีโอกาสเกิดอัคคีภัยได้ง่ายให้อยู่ในลักษณะถูกต้องและเหมาะสม หรือแม้กระทั่งการกำจัดสาเหตุในการกระจายตัวของเชื้อเพลิง และความร้อน หรือวิธีที่กำลังเป็นนิยมในปัจจุบัน คือการใช้วัสดุที่สามารถต้านทานการลามไฟหรือที่เรียกว่าวัสดุต้านการลามไฟ (Material for fire retardation) แทนวัสดุที่ก่อให้เกิดเชื้อเพลิงได้ง่าย (NIDA DPM, 2012)

ในปัจจุบันการเกิดอัคคีภัยมีแนวโน้มเพิ่มความถี่และความรุนแรงมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความต้องการการใช้วัสดุต้านทานการลามไฟ หรือวัสดุที่มีส่วนผสมของสารหน่วงไฟในวัสดุก่อสร้างมีปริมาณความต้องการเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยทั่วไปสารเหล่านี้จะมีกระบวนการทำงานของสารตกแต่งการลามไฟ กล่าวคือ การทำให้วัสดุเชื้อเพลิงที่ติดไฟในองค์ประกอบทั้ง 3 ได้แก่ เชื้อเพลิง (Fuel) ออกซิเจน (Oxygen) และความร้อน (Heat) ถูกแปรสภาพเป็นวัสดุที่ไม่ติดไฟหรือติดไฟได้ยากขึ้น แต่ปัจจุบันพบว่าวัสดุต้านทานการลามไฟมีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งยังมีการใช้สารหน่วงไฟซึ่งอาจก่อให้เกิดก๊าซพิษ ฉะนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่ต้องเลือกวัสดุที่มีร่างแหยาว มีลักษณะเป็นสายพอลิเมอร์ (Polymer) รวมถึงคุณสมบัติการลดลงหรือไม่ก่อให้เกิดก๊าซพิษกับมนุษย์ขณะเกิดการเผาไหม้ จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าเจลาตินปลานับเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นโปรตีนชนิดที่มีร่างแหยาว โดยมีองค์ประกอบหลัก คือ ไกลซีน (Glycine) โพรลีน (Proline) และไฮดรอกซีโพรลีน (Hydroxyproline) เป็นต้น

Nagai & Suzuki (2000) พบว่าเจลาตินปลาเป็นผลพลอยได้จากวัสดุเหลือใช้อันเป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งในที่นี้จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตวัสดุต้านทานการลามไฟอีกทางหนึ่ง อีกทั้งยังพบว่าปลาฉลามหัววัว (Bullhead shark) ที่มีคอลลาเจนสูงถึงร้อยละ 50 เจลาตินหรือคอลลาเจนที่ยังคงสภาพธรรมชาติสามารถแสดงสมบัติการเกิดฟอง รวมถึงการเกิดอิมัลชัน (Emulsion) และยังมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ในระบบอิมัลชันน้ำมันในน้ำ (Oil-in-water emulsions) (Lobo, 2002) นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Ananya et al. (2020) ยังพบว่าเจลาตินปลามีสมบัติในการหน่วงไฟได้ดี สามารถนำมาใช้เป็นสารเคลือบกันไฟสำหรับชิ้นส่วนไม้ในภาคการก่อสร้างได้ จากข้อมูลข้างต้นนับว่าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ หากนำเจลาตินปลามาเป็นส่วนประกอบในการแปรรูปแผ่นชิ้นไม้อัดซึ่งเป็นที่นิยมนำมาใช้ในงานก่อสร้างตั้งแต่อดีตจนกระทั่งปัจจุบัน ร่วมกันกับวัตถุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากในชุมชมได้แก่เปลือกข้าวโพด ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลาโดยการนำมาแปรรูปผ่านกระบวนการย่อยให้มีขนาดเล็กลง นำมาเป็นวัสดุผสม เพื่อช่วยลดปริมาณขยะส่งเสริมการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หลังจากนั้นนำเปลือกข้าวโพดที่ผ่านการย่อยมาผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด โดยใช้กาวฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) เป็นตัวประสานและใช้เจลาตินปลาเพิ่มประสิทธิภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดให้มีการต้านทานการลามไฟ เพื่อช่วยลดปัญหาการเกิดก๊าซพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลา ผ่านการทดสอบสมบัติต้านทานการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94 สมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกลของชิ้นทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง มอก. 876-2547

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษากระบวนการผลิตและตรวจสอบสมบัติแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลาในอัตราส่วนแตกต่างกัน คณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลโดยมีเตรียมตัวอย่างชิ้นทดสอบ ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมชิ้นงาน นำเปลือกข้าวโพดหวาน จากร้านค้าในตลาดสด จังหวัดบุรีรัมย์ ลดขนาดด้วยการตัด 0.5 cm จากนั้นสับย่อย (Chipper) ด้วยเครื่องบดย่อย จากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้ง โดยการควบคุมปริมาณความชื้นที่ร้อยละ 40 ไล่ความชื้นอีกครั้งโดยนำเปลือกข้าวโพดสับอบแห้งด้วยเตาเผาควบคุมอุณหภูมิ 80-85°C เป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้ความชื้นทั่วทั้งบริเวณอยู่ในช่วงร้อยละ 4-13 สำหรับการเตรียมชิ้นงานก่อนการอัด (Mat formation) เริ่มจากการผสมกาวฟอร์มัลดีไฮด์ในอัตราส่วนร้อยละ 70 : 30 พร้อมทั้งชั่งของผสม 100 g เพื่อเข้าสู่กระบวนการอัด (Pressing operation) ลงบนแบบพิมพ์ด้วยเครื่องอัด ไฮดรอลิก เป็นเวลา 30 นาที (Luangtrirat et al., 2014) เพื่อให้ได้ความหนา 10 mm ก่อนเข้าสู่การลดกลิ่นและให้แผ่นชิ้นงานแห้งสนิท หรือปรับสภาพเป็นเวลา 7 วัน (Somboonrod et al., 2006) และสุดท้ายเข้าสู่ขั้นตอนการเคลือบสารต้านทานการลามไฟด้วยเจลาตินปลาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. การศึกษาอัตราส่วนชิ้นงาน สำหรับการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและตัวประสานในการอัดขึ้นรูปชิ้นทดสอบ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างเจลาตินปลากับน้ำที่ใช้ผสมเป็นสารเคลือบต้านทานการลามไฟ

สูตรที่	รหัสชิ้นงาน	เจลาตินปลา (g)	น้ำอุณหภูมิ (°C)
1	CP01	0	100
2	CP02	10	100
3	CP03	20	100
4	CP04	30	100
5	CP05	40	100

3. การทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลา สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงาน 4 ส่วนหลัก ได้แก่ การทดสอบการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94 การทดสอบสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกลตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 และการตรวจสอบโครงสร้างสัณฐานวิทยาพื้นผิวด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) เพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของเจลลาตินปลาและการยึดเกาะระหว่างเส้นใยกับตัวประสาน ที่กำลังขยาย 500x

เครื่องมือการวิจัย

การศึกษากระบวนการผลิตและตรวจสอบคุณสมบัติแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลา โดยผู้วิจัยได้ทดลองในอัตราส่วนแตกต่างกัน ประกอบด้วยวัสดุและอุปกรณ์ ได้แก่ เปลือกข้างโพด ขนาด 0.5 cm^2 (14 kg) กาวฟอร์มัลดีไฮด์ (1 lb) จำนวน 4 กระป๋อง เจลลาตินปลา (75 g) จำนวน 4 ซอง ชุดแม่พิมพ์ (50 x 50 x 10 mm^3) เครื่องบดย่อย (300 W) เตาเผา (Carbolite) เครื่องอัดไฮดรอลิก (35.56 kg/cm^3) เครื่องทดสอบแรงกด (5 N) เครื่องทดสอบแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เครื่องชั่งดิจิตอล (0.01 g) เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (0.02 mm) ไมโครมิเตอร์ (0.01 mm) เดซิเคเตอร์ (300 mL) กล้อง SEM

การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของของแผ่นชิ้นทดสอบประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

การทดสอบการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94 โดยสร้างชิ้นทดสอบขนาดพื้นที่หน้าตัด 125x13 mm^2 หนา 10 mm (20 ชิ้น) แบ่งการทดสอบเป็น 2 แนว คือ ทดสอบแนวตั้ง (Vertical Burning Test; VB Test) หรือมาตรฐาน ASTM D 3801 เริ่มจากการจุดไฟ 2 ครั้ง (t_1, t_2) เป็นเวลา 10 s ต่อครั้ง บันทึกเวลาที่ชิ้นทดสอบเริ่มลุกไหม้ (มีเปลวไฟ) กระทั่งเปลวไฟดับลง (t_3) และวัดระยะการเผาไหม้ โดยมีชั้นคุณภาพ V-0, V-1 และ V-2 ส่วนการทดสอบแนวนอน (Horizontal Burning Test; HB Test) หรือมาตรฐาน ASTM D 5048 จุดไฟเป็นเวลา 30 s หรือจนกว่าเปลวไฟจะไปถึงระยะ 25 mm จับเวลา ซึ่งชิ้นงาน ที่ผ่านการทดสอบต้องมีอัตราการไหม้ไฟไม่เกิน 40 mm/min ในช่วงความยาว 75 mm สำหรับ ชิ้นทดสอบที่มีความหนาในช่วง 3.0-13.0 mm รวมทั้งเปลวไฟดับก่อนที่ระยะ 100 mm หากชิ้นงานจำนวน 3 ชิ้น/ชุด ไม่ผ่านการทดสอบ 1 ชิ้น โดยทดสอบซ้ำอีก 1 ชุด จากการทดสอบชุดที่ 2 โดยจะต้องผ่านทั้งหมด (Liuchirakon, 2006)

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 โดยการสร้างชิ้นทดสอบขนาดพื้นที่หน้าตัด 50x50 mm^2 หนา 10 mm ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การทดสอบความหนาแน่น (Density) ผ่านการคำนวณจากสมการที่ (1) ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบ(g)}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ}(mm^3)} \times 10^6 \qquad (1)$$

จากนั้นทดสอบความชื้น (Moisture Content) ผ่านการคำนวณจากสมการที่ (2) ดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละ} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนตาก(g)} - \text{มวลชิ้นทดสอบหลังตาก(g)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังตาก(g)}} \times 100 \qquad (2)$$

และสุดท้ายทดสอบการพองตัวตามความหนา (Thickness Swelling) โดยใช้เวลาแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผ่านการคำนวณจากสมการที่ (3) ดังนี้

$$\text{ค่าการพองตัวตามความหนา} = \frac{\text{ความหนาชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(mm)}}{\text{ความหนาชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ(mm)}} \times 100 \qquad (3)$$

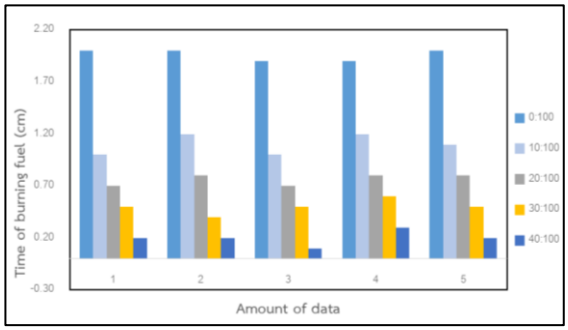
การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 โดยการสร้างชิ้นงานขนาดพื้นที่หน้าตัด 50L mm^2 หนา 10 mm การทดสอบประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ความต้านแรงดัด (Bending Test) จากนั้นทดสอบค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Elastic Modulus) และสุดท้ายทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tensile Stress)

การศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาของชิ้นทดสอบ โดยสร้างชิ้นงานขนาดพื้นที่หน้าตัด 5x5 mm^2 ทดสอบด้วย SEM

ผลการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการผลิตและตรวจสอบสมบัติชิ้นทดสอบ โดยการนำเปลือกข้าวโพดผ่านกระบวนการย่อยละเอียด ผึ่งแดดให้แห้ง สู่กระบวนการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้น จากนั้นผสมกาวฟอร์มัลดีไฮด์ที่อัตราส่วนร้อยละ 70:30 อัดวัสดุผสมด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก จากนั้นปรับสภาพก่อนนำเข้าสู่กระบวนการเคลือบเจลาตินปลา 1 hr มีอัตราส่วนเจลาตินปลาต่อน้ำ คือ 0:100, 10:100, 20:100, 30:100 และ 40:100 g/cm^3 จากนั้นนำชิ้นทดสอบผึ่งแดดและปรับสภาพอีกครั้ง จากผลการทดสอบแรกพบว่าชิ้นทดสอบที่สามารถต้านการลามไฟได้ดีที่สุด คือที่อัตราส่วนเจลาตินปลาต่อน้ำ 40:100 g/cm^3 สุดท้ายนำชิ้นทดสอบเข้าสู่กระบวนการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ โดยมีผลการทดสอบดังนี้

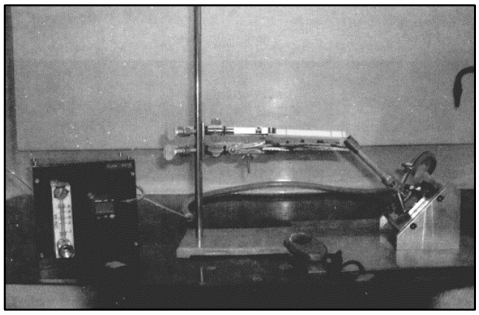
สำหรับการทดสอบสมบัติต้านทานการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94 ของชิ้นทดสอบแบบ VB Test พบว่าชิ้นทดสอบที่ไม่ถูกเคลือบด้วยเจลาตินปลาที่อัตราส่วนเจลลาตินปลา:น้ำ คือ 0:100 g/cm^3 ไม่ผ่านชั้นคุณภาพ สำหรับอัตราส่วนอื่น ๆ ที่เคลือบด้วยเจลลาตินปลา ได้แก่ 10:100, 20:100, 30:100 และ 40:100 g/cm^3 ผ่านชั้นคุณภาพทั้งหมดโดยแสดงระยะการเผาไหม้ในแผนภาพข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างชิ้นทดสอบแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพด เคลือบเจลาตินปลาที่อัตราส่วนของเจลาตินปลาต่อน้ำ 0:100, 10:100, 20:100, 30:100 และ 40:100 g/cm^3

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นว่าที่อัตราส่วน 40:100 g/cm^3 มีค่าระยะการเผาไหม้น้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระยะเผาไหม้และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.20 และ 0.07 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ที่ได้ผ่านมาตรฐานที่กำหนด

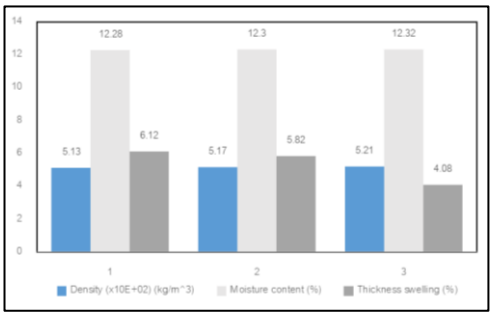
สำหรับการทดสอบสมบัติต้านทานการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94 ของชิ้นทดสอบแบบ HB Test และพบว่าอัตราส่วนของเจลาตินปลาต่อน้ำ 40:100 g/cm^3 ไม่มีการเผาไหม้เช่นเดียวกับแบบ VB Test แสดงตัวอย่างชิ้นทดสอบและการติดตั้งเครื่องทดสอบดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 (ซ้าย) ตัวอย่างชิ้นทดสอบแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพด เคลือบเจลาตินปลาที่อัตราส่วนของเจลาตินปลาต่อน้ำ 40:100 g/cm^3 และ(ขวา) การติดตั้งเครื่องทดสอบแบบ HB Test (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2549)

การทดสอบสมบัติเชิงกายภาพตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 โดยเริ่มจากการทดสอบความหนาแน่นของชิ้นทดสอบผ่านการชั่งมวลและวัดขนาดปริมาตรชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบสมบัติต้านทานการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94 คืออัตราส่วนของเจลาตินปลาต่อน้ำ 40:100 g/cm^3 โดยเริ่มจากคำนวณหา

ความหนาแน่น ความชื้นผ่านการชั่งมวลก่อนอบและหลังอบแห้ง และทดสอบการพองตัวตามความหนา ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพตามมาตรฐาน มอก. 876-2547

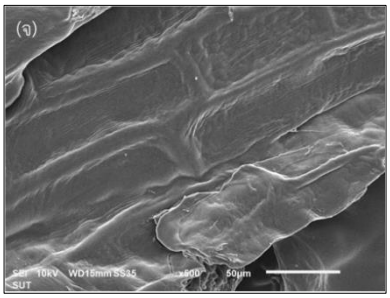
จากผลการวิเคราะห์ในภาพประกอบ 3 สำหรับอัตราส่วนของเจลาตินปลาต่อน้ำ 40:100 g/cm^3 คือ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 517.47 kg/m^3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.13 ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ชิ้นทดสอบผ่านมาตรฐานโดยอยู่ในช่วงระหว่าง 400-900 kg/m^3 สำหรับผลการศึกษาความชื้นผ่านการชั่งมวลก่อนอบและหลังอบแห้ง ได้ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 12.30 และมีค่า S.D. เท่ากับ 0.02 ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าชิ้นทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับการพองตัวตามความหนามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 5.34 และมีค่า S.D. เท่ากับ 1.10

สำหรับการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 ได้ตรวจสอบมาตรฐานจากชิ้นทดสอบ ได้แก่ P01, P02, P03 สำหรับอัตราส่วนของเจลาตินปลาต่อน้ำ 40:100 g/cm^3 ประกอบด้วยความต้านแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า แสดงผลทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของชิ้นทดสอบกับมาตรฐาน มอก. 876-2547

ชิ้นทดสอบ	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Tensile Stress (MPa)
P01	6.63	342.30	0.090
P02	7.20	319.01	0.050
P03	6.94	383.99	0.040
ค่าเฉลี่ย	6.92	348.43	0.060
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.29	38.38	0.027
มอก. 876-2547	ไม่น้อยกว่า 14	ไม่น้อยกว่า 1800	ไม่น้อยกว่า 0.40

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของชิ้นทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน ผลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบียงเบนมาตรฐาน เพื่อตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876-2547 พบว่าชิ้นทดสอบมีค่าความต้านแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ยังไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 ที่กำหนดไว้สำหรับการเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง และจากผลการศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาของชิ้นทดสอบด้วย SEM ที่กำลังขยาย 500x แสดงให้เห็นลักษณะการกระจายตัวของเจลลาตินปลากับการยึดเกาะระหว่างเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่มีสามารถเชื่อมเกาะกันได้ดี ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาของชิ้นทดสอบของแผ่นชิ้นไม้อัดต้านทานการลามไฟจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลาด้วย SEM ที่กำลังขยาย 500x

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตวัสดุต้านทานการลามไฟโดยใช้เส้นใยเปลือกข้าวโพดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ผ่านการแปรรูป โดยใช้กาวฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน ผลการทดสอบสมบัติต้านทานการลามไฟทั้งสองแบบ พบว่าชิ้นทดสอบที่ไม่ถูกเคลือบเจลาตินปลาไม่ผ่านชั้นคุณภาพ ส่วนชิ้นทดสอบที่เคลือบด้วยเจลลาตินปลาในทุกอัตราส่วนผ่านชั้นคุณภาพทั้งหมด โดยพบอัตราส่วนของเจลาตินปลาต่อน้ำที่เหมาะสมที่สุดคืออัตราส่วน 40:100 g/cm^3 มีระยะการหน่วงไฟ 0 mm/min แสดงให้เห็นว่าชิ้นทดสอบสามารถหน่วงไฟได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับภาพแสดงโครงสร้างสัณฐานวิทยาที่ยึดเกาะได้ทั่วทั้งบริเวณ นอกจากนี้ยังสามารถเป็นสารหน่วงไฟได้ดีตามที่งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้กล่าวถึง (Ananya et al., 2020) ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับผลการทดสอบคุณสมบัติต้านทานการลามไฟตามมาตรฐาน UL 94

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล พบว่าชิ้นทดสอบมีความเป็นเนื้อเดียวกัน รวมถึงความสามารถในการรับแรงกระแทก ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นเฉลี่ยที่เป็นไปตามมาตรฐาน สำหรับการทดสอบความชื้นและการพองตัวตามความหนา เป็นปริมาณที่แสดงถึงการเกิดความสูญเสีย

กำลังยึดเกาะ (Bonding) หรือความคงทนถาวร ที่มาจากความชื้นบนพื้นผิวไม้อัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชิ้นทดสอบนี้สามารถผลิตเป็นแผ่นไม้อัดได้ส่วนผลการทดสอบความต้านแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คาดว่าอาจเป็นผลมาจากการใช้วัสดุทางธรรมชาติมากเกินไป หรือมีตัวผสานน้อยเกินไป ส่งผลให้แรงยึดเกาะในชิ้นงานลดลง ฉะนั้นจึงเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมตกแต่ง หรืองานเฟอร์นิเจอร์ที่รับแรงกระแทกไม่มากนัก

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

แผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกข้าวโพดเคลือบเจลาตินปลาเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุตกแต่งที่รับแรงกระแทกไม่มากนัก หากต้องการเพิ่มความแข็งแรงของชิ้นทดสอบควรปรับอัตราส่วนของตัวประสานให้เพิ่มขึ้น รวมทั้งลดปริมาณเปลือกข้าวโพด และควรใช้แรงในการกดอัดชิ้นงานมากขึ้นเพื่อเพิ่มสมบัติเชิงกล เพื่อต่อยอดเป็นวัสดุก่อสร้างที่สามารถรับแรงกระแทกได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

บุญศักดิ์ สมบุญรอด, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และวรธรรม อุ่นจิตติชัย. (2549). *การผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดชนิดเสริมแรงจากแกนต้นกัญชง*. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลไม้ป่า.

พิชชา ลิ่วชิราภรณ์. (2549). การทดสอบการติดไฟและลามไฟของพลาสติก. *ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 31*(4), 57-60.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2563). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก. 876-2547*. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม.

Ananya, T., Khalid, M., Svetlana, T-M., & Paul, J. (2020). Passive fire protection of wood using some bio-derived fire retardants. Polymers 2020, 12, 1830.

Department of Disaster Prevention and Mitigation, Ministry of Interior. (2020). Safety Thailand. Retrieved May 2, 2021, from https://www.disaster.go.th/upload/download/file_attach/57e38f736c5bc.pdf

Lobo, L. (2002). Coalescence during Emulsification 3. Effect of Gelatin on Rupture and Coalescence. Journal of Colloid and Interface Science, 254(1), 165-174.

Luangtrirat, N., Louhpensang, C., & Egwutvongsa, S. (2014). A study and development of products waste materials from the paper industry. Art and Architecture Journal Naresuan University, 5(1), 41-55.

NIDA center for Research & Development of Disaster Prevention & Management (NIDA DPM). (2012). Initiation device. Retrieved May 2, 2021, from http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/fire?start=15

Nagai, T., & Suzuki, N. (2000). Isolation of Collagen from Fish Waste Material-Skin, Bone and Fins. Food Chemistry, 68, 277-281.