

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

อัคคีภัย เป็นภัยที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา สร้างความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างมหาศาล จากสถิติพบว่า สถานการณ์การเกิดอัคคีภัย ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าเกิดขึ้นเป็นจำนวน 1,533 ครั้ง มีผู้บาดเจ็บ 159 คน ผู้เสียชีวิต 63 คน มีมูลค่าความเสียหาย 2,442,810,965 บาท (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2561) ในปัจจุบันมีกิจกรรมที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากอัคคีภัยในผู้ประกอบการอาชีพต่าง ๆ มากมาย การมีนวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ที่ช่วยป้องกัน หรือลดความรุนแรงจากเหตุอัคคีภัย นับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสิ่งทอที่มีประสิทธิภาพในการหน่วงไฟ จัดเป็นนวัตกรรมหนึ่ง ที่สามารถป้องกันความร้อน เปลวไฟ สะเก็ดไฟ และการลามไฟได้ สามารถนำมาผลิตเป็นชุดแต่งกายสำหรับงานที่มีความเสี่ยงต่อการลุกลามของเปลวไฟ ได้แก่ ชุดสำหรับเจ้าหน้าที่ดับเพลิง ชุดสำหรับผู้ประกอบอาหาร หรือชุดเซฟ ชุดทำงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เกี่ยวกับการชุดเจาะน้ำมัน และกลั่นน้ำมัน ชุดในงานอุตสาหกรรมไฟฟ้า ชุดในงานเชื่อม ชุดนักกีฬาแข่งรถ ผ้าห่มกันไฟ รวมถึงผ้ามาวน หรือผ้าที่ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งจะช่วยลดการบาดเจ็บหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นจากอัคคีภัยได้ ซึ่งในปัจจุบันผ้ากันไฟที่นิยมใช้ เป็นผ้าที่ทำจากเส้นใยอะรามิด (aramid) ได้แก่ ผ้าโนเมก (nomex) ผ้าเคฟลาร์ (Kevlar) นั้นประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รวมถึงสารสารถักแต่งบนเส้นใยของเส้นด้ายหรือผ้าผืน เพื่อต้านการลามไฟ เช่น กลุ่มสารประกอบโบรมีน กลุ่มสารประกอบฟอสเฟต กลุ่มสารอลูมิเนียม หรือกลุ่มสารนาโนแคลซ์ บางชนิดไม่ปลอดภัยต่อผู้ใช้ เช่น สารหน่วงไฟโบรมีน เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำพบว่า เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เป็นต้น

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงต่อการลุกลามของเปลวไฟ จึงทำการศึกษาการพัฒนาสิ่งทอที่มีคุณสมบัติหน่วงไฟ โดยใช้สารนาโนซิลิคอนมาเป็นสารเพิ่มคุณสมบัติในการหน่วงไฟ โดยซิลิคอนนั้น มีคุณสมบัติเป็นสารที่ไม่รวมตัวกับน้ำ ไม่นำไฟฟ้า ทนความร้อน และ ไม่ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า และใช้เคลือบผิววัตถุเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาเคมี (ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์, 2540) ซึ่งประเทศไทยนั้น มีวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตรเป็นจำนวนมาก ที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาสกัดสารนาโนซิลิคอน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก วัสดุดิบที่นำมาสกัดสารนาโนซิลิคอน คือ ฟางข้าว และแกลบข้าว ซึ่งฟางข้าวเป็นส่วนของต้นข้าว ที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยว และ นำเมล็ดข้าวออกแล้ว ในฟางข้าวนี้มีองค์ประกอบของซิลิกาประมาณ 13% (เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย, 2546) ส่วนแกลบข้าวมีองค์ประกอบภายในของประกอบด้วยเซลลูโลส ลิกนิน และสารประกอบอินทรีย์ที่มีซิลิกาอยู่มากกว่าร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก (เลอพงค์ จารุพันธ์, 2561) ดังนั้นจึงเหมาะแก่การนำมาสกัดสารนาโนซิลิคอน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสกัดสารนาโนซิลิคอนโดยวิธีการเผา โดยเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นับว่าวิธีการที่มีความนิยมสูงในปัจจุบัน เนื่องจากได้จะมีเปอร์เซ็นต์ซิลิกาสูง และการแยกซิลิกาจากวัสดุทางการเกษตรโดยการเผานั้นเป็นวิธีการที่มีการลงทุนไม่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2547) และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผ้านาโนหรือสิ่งทอนาโนโดยนำนาโนเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตหรือหลังจากการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

ของสิ่งทอนั้นให้มีคุณสมบัติพิเศษเพิ่มขึ้น และการตกแต่งผ้าด้วยสารนาโน (nano - particles) ให้มีคุณสมบัติต่างๆ โดยงานวิจัยครั้งนี้ ได้สกัดสารซิลิคอน แล้วนำมาทำให้สารนั้นเป็นอนุภาคนาโนที่มีขนาดเล็กในช่วงประมาณ 1 ถึง 100 นาโนเมตร ซึ่งสามารถทำให้สารที่สกัดได้นั้น ซึมเข้าเนื้อผ้าได้ดี เนื่องจากอนุภาคนาโนนั้นมีขนาดเล็กมาก โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตกแต่งผ้าแบบ จุ่ม อัด อบแห้ง เป็นวิธีทั่วไปที่นิยมใช้ในการตกแต่งผ้า ทั้งนี้เพราะเป็นวิธีที่ง่าย และผู้วิจัยมีวิธีการเฉพาะที่สามารถทำให้สารนาโนซิลิคอนสามารถฝังตัวในเส้นใยผ้า โดยมีสารเคมีเชื่อมโซล (Binder) คือ ไคโตซาน สารนาโนซิลิคอนที่จะตกแต่งลงบนผ้าฝ้ายทดสอบจะเกิดปฏิกิริยากับสารเชื่อมโซล ทำให้สารตกแต่งเกิดการฝังตัวในเส้นใย ทำให้เกิดความคงทนสูงและจะทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้เป็นอย่างดี (เนศรา แก้วคง, 2557)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการสกัดสารนาโนซิลิคอนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว และแกลบข้าว

1.2.2 เพื่อศึกษาการตกแต่งสารหน่วงไฟ คือ สารนาโนซิลิคอน ที่ทำการสกัดได้ลงบนผ้าฝ้าย และศึกษาประสิทธิภาพการหน่วงไฟหลังจากการตกแต่ง

1.2.3 เพื่อศึกษาการตกแต่งสารหน่วงไฟและสารป้องกันรังสียูวีลงบนผ้าไหม ด้วยสารนาโนซิลิคอนและสารนาโนซิงค์ออกไซด์ ตามลำดับ และศึกษาประสิทธิภาพการหน่วงไฟหลังจากการตกแต่ง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ผ้าตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้คือ ผ้าฝ้าย 100% และผ้าไหม 100 เปอร์เซ็นต์

1.3.2 สารหน่วงไฟที่ใช้ตกแต่งผ้าทดลอง ได้แก่ สารนาโนซิลิคอน ซึ่งสกัดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว และแกลบข้าว

1.3.3 สารป้องกันรังสียูวีที่ใช้ตกแต่งผ้าทดลอง คือ สารนาโนซิงค์ออกไซด์

1.3.4 วิธีทดสอบประสิทธิภาพหลังจากการตกแต่งสารนาโนซิลิคอน ทำการทดสอบโดยใช้ตู้ทดสอบสิ่งทอการลุกติดไฟตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 121-2553 และทำการทดสอบการลุกไหม้ของผ้า 2 แนว คือ ทดสอบการลุกไหม้ของผ้าในแนวตั้งและแนวเฉียง โดยทดสอบตามมาตรฐาน FTMS 191 Method 5903 ซึ่งเป็นวิธีทดสอบการลุกไหม้ของสิ่งทอ

1.3.5 วิธีทดสอบประสิทธิภาพหลังการตกแต่งสารนาโนซิลิคอน ทำการทดสอบคุณสมบัติการหน่วงไฟของผ้าไหม 4 วิธี คือ ระยะเวลาเริ่มต้นการลุกไหม้ ระยะเวลาการหลอมละลาย ระยะเวลาการคุแดง และระยะเวลาการลุกไหม้ทั้งหมด

1.3.6 วิธีทดสอบประสิทธิภาพหลังจากเติมสารนาโนซิงค์ออกไซด์ ทำการตรวจวัดโดยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ตามมาตรฐานการทดสอบ AATCC Test Method 183-2004

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 ความเข้มข้นของสารนาโนซิลิคอนที่ตกแต่งลงบนผ้าฝ้ายและผ้าไหม มีผลต่อเวลาเริ่มต้นการลุกไหม้ ระยะเวลาการหลอมละลาย ระยะเวลาการคุแดง และระยะเวลาการลุกไหม้ทั้งหมด

1.4.2 สารนาโนซิงค์ออกไซด์มีผลต่อความสามารถในการป้องกันรังสียูวีของผ้าไหม

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1.5.1 ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) หมายถึง สารที่สามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติและการสังเคราะห์ขึ้น โดยมีลักษณะโครงสร้างเป็น $\text{O}=\text{Si}=\text{O}$ ซิลิคอน จะปรากฏอยู่ในสถานะรูปผลึก และมักอยู่ในรูปของควอตซ์ ทั้งนี้รูปร่างทางกายภาพของซิลิกาแบ่งได้เป็นสามแบบ คือ ผลึก (crystalline) ออสัญฐาน (amorphous) และ ออสัญฐานสังเคราะห์ (synthetic amorphous) วัสดุนาโนซิลิกาโดยทั่วไปแล้วมีรูปเป็นอสัญฐานสังเคราะห์ หรือที่เรียกว่า synthetic amorphous silica หรือ SAS (ฐานข้อมูลความปลอดภัยวัสดุนาโน, 2555)

1.5.2 ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) หมายถึง เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในสารละลายกรดและเบส มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีมวลโมเลกุล 81.4084 กรัม/โมล จุดหลอมเหลว 1975 องศาเซลเซียส มีโครงสร้างผลึกของซิงค์ออกไซด์เป็นแบบเฮกซะโกนอล (Hexagonal) เรียกว่า เวอร์ตไซต์ (Wurtzite) ซึ่งมีเลขค่าคงที่แลตทิซ $a = 0.3296$ และ $c = 0.5206$ โครงสร้างของซิงค์ออกไซด์ประกอบด้วยระนาบของเตตระฮีดรัลที่เชื่อมระหว่าง Zn^{2+} - O^{2-} เรียงเป็นชั้น ๆ ตามแนวแกน c เตตระฮีดรัล ที่ประกอบด้วย Zn^{2+} - O^{2-} ในผลึกซิงค์ออกไซด์นี้เป็นโครงสร้างแบบไม่สมมาตร (ฐานข้อมูลความปลอดภัยวัสดุนาโน, 2549)

1.5.3 อนุภาคนาโน (Nanoparticles) หมายถึง คำที่มีรากศัพท์มาจากคำในภาษากรีกว่า Nanos ซึ่งแปลว่าแคระหรือเล็ก เมื่อนำคำว่า นาโน มาใช้นำหน้าหน่วยวัดทางวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์จะหมายถึง ขนาดเศษหนึ่งส่วนพันล้านส่วนของหน่วยวัดนั้น คำว่า นาโนเมตร มาจากคำ 2 คำมารวมกัน คือ คำว่า “นาโน” กับ “เมตร” ดังนั้นคำว่า นาโนเมตร จึงหมายถึง หน่วยวัดที่มีขนาดเท่ากับ “เศษหนึ่งส่วนพันล้านส่วนของหนึ่งเมตร” นั่นคือ หนึ่งนาโนเมตร (1 nanometer) = เศษหนึ่งส่วนพันล้านส่วนของหนึ่งเมตร (วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2554)

1.5.4 การตกแต่งการหน่วงไฟ (The flame-retardant additives) หมายถึง การเติมแต่งสิ่งทอ หรือ ผืนผ้า ให้สามารถทนไฟ หรือ เกิดการลุกไหม้ยากขึ้นเมื่ออยู่ในเปลวไฟ เพื่อลดอันตรายจากการลุกติดไฟของสิ่งทอหรือผืนผ้านั้น (ศันสนีย์ เหลืองสุวรรณ, 2544)

1.5.5 การเผาไหม้ (Combustion) หมายถึง การเกิดปฏิกิริยาขององค์ประกอบ 3 สิ่ง คือ เชื้อเพลิง (Fuel) ออกซิเจน (Oxygen) และ ความร้อน (Heat) ซึ่งจะเกิดการเผาไหม้ได้นั้นจะต้องมีปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอจึงจะเกิดการลุกติดไฟและการเผาไหม้ (กิตติ สุคนธ์นิตย์, 2552)

1.5.6 เวลาเริ่มต้นการลุกไหม้ หมายถึง เวลาเริ่มต้นการลุกติดไฟของผ้าทดสอบ เมื่อนำเปลวไฟต้นกำเนิดจอตีผ้าทดสอบ ดังนั้นคุณสมบัติของสิ่งทอหน่วงไฟที่ดีควรมีการหน่วงไฟที่เร็วเริ่มต้นการลุกไหม้ (ศันสนีย์ เหลืองสุวรรณ, 2544)

1.5.7 ระยะเวลาการหลอมละลาย หมายถึง ระยะเวลาที่ผ้าทดสอบมีการหลอมละลายหรือหลอมเหลวหยดลงสู่ตู้ทดสอบจนกระทั่งการหลอมละลายสิ้นสุด ดังนั้นคุณสมบัติของสิ่งทอหนังไฟที่ดีไม่ควรมีระยะเวลาการหลอมละลายนาน (ปนิษฐา เลิศขจรสุข, 2553)

1.5.8 ระยะเวลาการकुแต่ง หมายถึง ระยะเวลาหลังจากเปลวไฟดับแล้วเริ่มเกิดการकुแต่งจนกระทั่งการकुแต่งยุติลง ดังนั้นคุณสมบัติของสิ่งทอหนังไฟที่ดีไม่ควรมีระยะเวลาการकुแต่งนาน (ศันสนีย์ เหลืองสุวรรณ, 2544)

1.5.9 ระยะเวลาการลุกไหม้ทั้งหมดหรือการลามไฟ หมายถึง ระยะเวลาที่เปลวไฟยังคงลุกไหม้ต่อหลังจากนำเปลวไฟต้นกำเนิดออกจนกระทั่งเปลวไฟดับ ดังนั้นคุณสมบัติของสิ่งทอหนังไฟที่ดีไม่ควรมีระยะเวลาการลุกไหม้หรือระยะเวลาการลามไฟที่นาน (ปนิษฐา เลิศขจรสุข, 2553)

1.5.10 รังสียูวี (Ultraviolet) หมายถึง รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยแบ่งเป็น 3 ประเภทตามช่วงความยาวคลื่น คือ รังสียูวีเอ (UV-A), รังสียูวีบี (UV-B) และ รังสียูวีซี (UV-C) รังสีที่สามารถแผ่มาถึงผิวโลกได้คือ รังสียูวีเอและรังสียูวีบี ซึ่งรังสียูวีบีมีพลังงานสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนัง (แนวทางเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กันแสงแดด, 2555)

1.5.11 การป้องกันรังสียูวี (UV Protection) หมายถึง การป้องกันหรือช่วยกรองรังสียูวีซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ไม่ให้ส่องผ่านทะลุผ้ามาสัมผัสกับผิวหนัง โดยการดูดกลืนรังสียูวีไว้หรือสะท้อนรังสียูวีกลับ ไม่ให้ส่องผ่านผ้ามาสู่ผิวหนังได้ (กุลธิดา เบญจมาลา, 2558)

1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาผ้าฝ้ายหนังไฟ เพื่อผลิตเป็นชุดปฏิบัติงานที่ใช้ในงานที่ต้องสัมผัสกับความร้อน เปลวไฟและสะเก็ดไฟ

1.6.3 พัฒนาและปรับปรุงคุณสมบัติของผ้าไหมให้มีประสิทธิภาพในการหนังไฟ และป้องกันรังสียูวี สำหรับผลิตผ้าปูที่นอนหรือผ้าเบาะเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ตกแต่งในอาคารบ้านเรือน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและป้องกันการสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น

1.6.1 สามารถเพิ่มมูลค่าสิ่งทอให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ