# บทที่ 1

# บทนำ

ผลิตภัณฑ์สิ่งทอเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในการทำเครื่องนุ่งห่มเพื่อให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ไปจนถึงการตกแต่งเพื่อให้เกิดความสวยงาม เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการเพาะปลูกพืชเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทออยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมีการพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้ชัดเจนจากปริมาณมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีจำนวนสูงสุดเป็นอันดับหนึ่งติดต่อกันมาหลายปี และมีจำนวนโรงงานทางด้านสิ่งทอเพิ่มขึ้นอย่างมาก เช่น อุตสาหกรรมทอผ้ามี 741 โรงงาน อุตสาหกรรมถักผ้ามี 743 โรงงาน อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์และตกแต่งสำเร็จมี 441 โรงงาน และอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มมี 3,006 โรงงาน เป็นต้น (ข้อมูลปี 2538) (วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, 2542)

จากการสอบถามผู้ประกอบการในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่าภายหลังจากกระบวนการผลิตโรงงานสิ่งทอเหล่านี้จะมีเศษผ้าเหลือทิ้งอยู่ในโรงงานเป็นจำนวนมาก ปกติแล้วเศษผ้าดังกล่าวจะถูกกำจัดทิ้งจากโรงงานโดยเปล่าประโยชน์ ด้วยการเผา การฝังดิน หรือนำไปขายต่อในราคาที่ต่ำมาก และในจำนวนเศษผ้าที่ถูกกำจัดดังกล่าว ผ้าฝ้ายจะมีปริมาณค่อนข้างสูง เนื่องจากในประเทศไทย ฝ้ายเป็นเส้นใยที่มีความสำคัญและมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เพราะฝ้ายสามารถปลูกได้ดีในประเทศไทย และผ้าฝ้ายยังมีคุณสมบัติที่ดีในการนำมาทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ สาเหตุอีกประการของเศษผ้าฝ้ายที่เหลือทิ้งเป็นปริมาณมากก็คือ ฝ้ายไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ได้เหมือนเส้นใยสังเคราะห์ เนื่องจากฝ้ายไม่สามารถหลอมเหลวได้ แต่จะเริ่มไหม้และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่อุณหภูมิ 246°C และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นไปอีก โครงสร้างทางเคมีของฝ้ายจะถูกทำลายได้ (วีระศักดิ อุดมกิจเดชา, 2542) ดังนั้นการนำเศษผ้าฝ้ายกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้งจึงเป็นสิ่งที่หลายโรงงานให้ความสนใจ ซึ่งการนำเศษผ้าฝ้ายกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบของสารตัวเติมเพื่อเสริมแรงในวัสดุเชิงประกอบนั้นจัดเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถปฏิบัติได้

จากการรวบรวมข้อมูล (Bledzki และคณะ, 1996) พบว่าวัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติมีประโยชน์อย่างมากในการใช้เป็นสารตัวเติมหรือสารเสริมแรงให้กับพลาสติก เพื่อทำเป็นวัสดุเชิงประกอบทดแทนวัสดุสังเคราะห์ เช่น แก้ว คาร์บอน และแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น แม้ว่าความแข็งแรงของวัสดุเซลลูโลสจะน้อยกว่าวัสดุสังเคราะห์และสารแร่ตัวเติม (mineral fillers) แต่วัสดุเซลลูโลสมีคุณสมบัติที่พิเศษกว่าคือ มีความหนาแน่นต่ำ ทำให้วัสดุเชิงประกอบที่เตรียมได้มีน้ำหนักเบา และมีสมบัติจำเพาะ (specific properties) ที่เทียบได้กับวัสดุสังเคราะห์ นอกจากนี้วัสดุเซลลูโลสยังสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งขั้นตอนการผลิตไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับเครื่องมือ ที่สำคัญการใช้วัสดุเซลลูโลสจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตเนื่องจากมีราคาต่ำเมื่อเทียบกับวัสดุสังเคราะห์ และสามารถหาได้ง่ายในประเทศไทยด้วย

ปัจจุบันพบว่าในต่างประเทศได้มีการนำวัสดุเซลลูโลสมาเสริมแรงในพลาสติก และผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น คอนโซลหน้ารถยนต์ (panel) ที่ทำจาก ปอแก้ว (kenaf) / พอลิโพรพิลีน / พอลิเอทิลีนเทเรพทาเรท (PET) (Sherman, 1999) และ ประตูด้านข้างรถยนต์ (door inner trim panel) ที่ทำจาก ปอแก้ว / พอลิยูรีเทน (Elsevier Sci Ltd, 1999) เป็นต้น จากการศึกษาของ Saheb และJog (1999) พบว่ามีตัวอย่างของวัสดุเซลลูโลสจากธรรมชาติหลากหลายชนิดที่สามารถนำมาเสริมแรงในวัสดุเชิงประกอบ เช่น ลินิน (flax) ปอกระเจา (jute) ปอแก้ว ใยกาบมะพร้าว และฝ้าย เป็นต้น ส่วนองค์ประกอบหลัก (matrix) ของวัสดุเชิงประกอบคือพลาสติกนั้น มีหลากหลายชนิดทั้งเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต เช่น พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน พอลิเอสเทอร์ชนิดไม่อิ่มตัว และพอลิยูรีเทน เป็นต้น

สำหรับในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางความเป็นไปได้ในการนำเศษผ้าฝ้ายเหลือทิ้งจากโรงงานสิ่งทอกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบของสารตัวเติมเพื่อเสริมแรงในวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีน การใช้พอลิโพรพิลีนเป็นพลาสติกในการทำการวิจัยนี้เนื่องจากพอลิโพรพิลีนสามารถหาได้ง่ายเพราะสามารถผลิตได้ในประเทศไทย และมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับพลาสติกชนิดอื่น อีกทั้งยังมีสมบัติทั้งทางด้านเชิงกลและทางด้านความร้อนที่ดี ในขั้นต้นของการทำวิจัยจะต้องทำการทดลองแปรสภาพเศษผ้าฝ้ายผืนที่มีขนาดต่างๆ กันให้มีลักษณะและขนาดที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นสารตัวเติมก่อน และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ในงานวิจัยนี้จึงได้ทดลองทำการแปรสภาพเศษผ้าฝ้าย 2 วิธีคือทางเคมีและทางเชิงกล วิธีทางเคมีทำได้โดยการไฮโดรไลซิสด้วยกรดเจือจาง (Battista, 1950 และ Nelson และTripp, 1953) ซึ่งแต่เดิมวิธีนี้ใช้สำหรับการวิเคราะห์สมบัติของสิ่งทอประเภทเซลลูโลส เช่น สมบัติด้านสัณฐานวิทยา (morphological properties) เป็นต้น

โดยวิธีดังกล่าวจะทำให้ได้สารตัวเติมฝ้ายที่มีลักษณะเป็นผงคล้ายผงแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งผงฝ้ายที่ได้นี้จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นสารตัวเติมในวัสดุเชิงประกอบ และส่งผลให้วัสดุเชิงประกอบที่เตรียมได้มีสมบัติสม่ำเสมอและเท่ากันทุกทิศทาง (isotropic properties) ส่วนวิธีที่สองคือวิธีทางเชิงกลนั้น ทำโดยการตัดเศษผ้าฝ้ายด้วยมือแล้วทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ได้สารตัวเติมฝ้ายที่มีลักษณะเป็นเส้นใยสั้นๆ ที่มีขนาดเท่ากัน

แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสารตัวเติมฝ้ายที่เตรียมได้ยังคงมีองค์ประกอบหลักประเภทเซลลูโลสซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้ดี เป็นผลให้ผงฝ้ายมีสมบัติความชอบน้ำ (hydrophilic) ในขณะที่โครงสร้างทางเคมีของพอลิโพรพิลีนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของวัสดุเชิงประกอบไม่มีหมู่ฟังก์ชันที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำ ทำให้พอลิโพรพิลีนมีสมบัติตรงข้ามกับผงฝ้ายคือมีสมบัติความไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จากลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาการกระจายตัวและยึดติดระหว่างผงฝ้ายและเนื้อพลาสติกพอลิโพรพิลีน ปัญหาอีกประการหนึ่งอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากลักษณะชอบน้ำของผงฝ้าย คือ ความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ดี ซึ่งจะทำให้วัสดุเชิงประกอบที่เตรียมได้มีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมและมีอายุการใช้งานที่ลดลง เนื่องจากน้ำจะทำหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์ (plasticizers) การที่ผงฝ้ายสามารถดูดซึมน้ำจากบรรยากาศรอบข้างทำให้น้ำเข้าไปแทรกระหว่างสายโซ่โมเลกุลมีผลให้การเคลื่อนไหวของสายโซ่โมเลกุลเกิดได้ง่ายขึ้น ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิกลาสทรานซิชั่น (glass transition temperature) จะลดลง และผลที่ตามมาคือสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบจะลดลงด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการดูดซึมน้ำที่ต่างกันของผงฝ้ายและพอลิโพรพิลีนจะทำให้เกิดความเค้น (stress) ขึ้นภายในวัสดุเชิงประกอบ เนื่องจากการขยายตัวที่ไม่เท่ากัน (humidity expansion mismatch) ระหว่างสารตัวเติมและเนื้อพลาสติก (Aht-Ong และ Farris, 1999) เป็นผลให้เกิดความเสียหายกับวัสดุเชิงประกอบในที่สุด ปัญหาดังกล่าวจัดเป็นปัญหาที่สำคัญอีกประการในการเตรียมวัสดุเชิงประกอบที่ต้องได้รับการแก้ไข

จากเหตุผลต่างๆ ดังกล่าว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงสารตัวเติมฝ้ายให้มีสมบัติความชอบน้ำลดลงด้วย เพื่อให้สามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อพลาสติก โดยทำการศึกษาและเปรียบเทียบสารเคมี 2 ชนิดที่ใช้ในการปรับปรุงฝ้ายเพื่อใช้เป็นสารตัวเติมในพอลิโพรพิลีน คือ (1) มาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟพอลิโพรพิลีน(MAHPP) และ (2) กรดสเตียริก (stearic acid) ซึ่ง MAHPP เป็นสารเคมีที่พบมากในงานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงเส้นใยเซลลูโลสเพื่อใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีน (Felix และGatenholm, 1991) โดยโครงสร้างโคพอลิเมอร์ในส่วนของมาเลอิกแอนไฮไดรด์ที่ถูกกราฟอยู่บนพอลิโพรพิลีนจะสามารถแตกตัวทำปฏิกิริยาและ

สร้างพันธะไฮโดรเจนกับหมู่ไฮดรอกซิลในสารตัวเติมฝ้ายได้ แต่สารชนิดนี้จะมีราคาแพงกว่าสารเคมีชนิดที่สองคือ กรดเสตียริก ถึง 4-5 เท่า กรดสเตียริกเป็นกรดไขมันซึ่งพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติทั้งในสัตว์และพืช มีลักษณะเป็นสายโซ่โมเลกุลประเภทแอลเคน ประกอบด้วยคาร์บอนอะตอม 17 ตัว และมีปลายสายโซ่เป็นหมู่คาร์บอกซิลิก ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาและสร้างพันธะไฮโดรเจนกับหมู่ไฮดรอกซิลในสารตัวเติมฝ้ายได้เช่นเดียวกับมาเลอิกแอนไฮไดรด์ จากการศึกษาพบว่ามีงานวิจัยที่ใช้กรดสเตียริกเป็นสารเพิ่มความสามารถในการกระจายตัว (dispersing agent) ในสารประกอบระหว่างเส้นใยเซลลูโลสและพอลิโพรพิลีน (Raj และKokta, 1989) ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ หลังจากที่ทำการปรับปรุงสารตัวเติมฝ้ายด้วยสารเคมีดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำสารตัวเติมฝ้ายที่ได้มาทำเป็นวัสดุเชิงประกอบตามกระบวนการที่เหมาะสม แล้วนำไปทดสอบและวิเคราะห์สมบัติต่างๆของวัสดุเชิงประกอบที่ได้ต่อไป

กล่าวโดยสรุปงานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษผ้าฝ้ายกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบของสารตัวเติมในวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีน รวมทั้งศึกษาทางเลือกที่เหมาะสมในการแปรสภาพเศษผ้าฝ้ายและปรับปรุงพื้นผิวของผิวสารตัวเติมฝ้ายเพื่อให้วัสดุเชิงประกอบที่ได้มีสมบัติที่ดีสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยคาดว่างานวิจัยนี้จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสิ่งของเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการแปรสภาพสิ่งของเหลือใช้นั้นให้มีรูปแบบและการใช้งานที่ต่างไปจากเดิม หรือดัดแปลงให้สามารถใช้งานทดแทนวัสดุอื่นที่มีราคาแพงกว่าได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งของที่เหลือใช้แล้วและเป็นการนำวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด