

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันในต่างประเทศได้มีความพยายามในการนำเส้นใยธรรมชาติ มาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์และความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เส้นใยธรรมชาติที่มีการศึกษาวิจัย เช่น เส้นใยจากปอติวบา (kenaf) ปอกระเจา (jute) ปอแก้ว (rosells) ปอลินิน (flax) กัญชง (hemp) ป่านศรนารายณ์ (sisal) ฝ้าย (cotton) ไม้ไผ่ (bamboo) หญ้าแฝก (vetiver grass) กาบกล้วย (banana bast) ปาล์ม (palm) กาบมะพร้าว (coir) เป็นต้น ซึ่งเส้นใยเหล่านี้บางชนิดสามารถหาได้ในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยแล้วแต่ประเภทและพันธุ์ [1-6] ข้อดีของการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นสารเสริมแรง คือ ราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยแก้วและเส้นใยคาร์บอน (เส้นใยธรรมชาติ \$0.36/kg เส้นใยแก้ว \$3.25/kg เส้นใยคาร์บอน \$500/kg) [7] ทำให้ต้นทุนการผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิตลดลงและได้วัสดุคอมโพสิตที่มีค่ามอดุลัสต่อน้ำหนัก (strength/unit weight) ต่อกิโลกรัมสูงกว่าการใช้เส้นใยแก้วและเส้นใยคาร์บอน [1,8] ไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของเครื่องมือขึ้นรูป ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพและความปลอดภัยต่อพนักงานในสถานประกอบการ อีกทั้งหาได้ง่าย และมีความหนาแน่นต่ำทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา

แม้พอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยธรรมชาติมีสมบัติเชิงกลไม่เทียบเท่าพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยแก้ว แต่เส้นใยธรรมชาติก็มีข้อดีหลายประการที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เป็นที่น่าสังเกตว่าประเทศไทยมีการนำเอาเส้นใยธรรมชาติมาใช้ประโยชน์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มนอกเหนือจากการส่งออกในรูปแบบผลิตภัณฑ์การเกษตรน้อยมาก หรืออาจกล่าวได้ว่าประเทศไทยแทบจะไม่ได้ใช้ประโยชน์จากสมบัติเชิงกลที่ดีของเส้นใยธรรมชาติ ในฐานะที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเส้นใยธรรมชาติรายใหญ่อันดับหนึ่งของโลกและสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศมาก โดยในปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยส่งออกเส้นใยธรรมชาติในรูปแบบสินค้าไม้แปรรูปในปริมาณเท่ากับ 16,734 ตัน สร้างรายได้เป็นมูลค่าประมาณ 799.85 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2544 มีปริมาณผลผลิต 18,495 ตัน สร้างรายได้เป็นมูลค่า 736.42 ล้านบาท เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณผลผลิตในปี 2544 ซึ่งสูงกว่าในปี 2543 สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศน้อยลง [9] จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า มูลค่าผลผลิตทางการเกษตรขึ้นกับสภาวะการณ์ของตลาดโลก มีความไม่แน่นอนในเรื่องของราคา ดังนั้น แนวทางการนำเส้นใยธรรมชาติเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมให้มากขึ้นน่าจะช่วยลด

ปัญหาในเรื่องของราคาได้ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเส้นใยธรรมชาติและยังเป็นการนำเอาคุณสมบัติที่ดีของเส้นใยธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้สูงสุดอีกด้วย แนวทางหนึ่งที่สามารถใช้ในการเพิ่มมูลค่าให้กับเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย คือ การนำมาผลิตพอลิเมอร์คอมโพสิต

วัสดุพอลิเมอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งในรูปของอุปกรณ์ในยานยนต์ อุปกรณ์ส่งถ่ายข้อมูลข่าวสาร วัสดุการก่อสร้าง รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสี่ได้แก่ เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม บรรจุภัณฑ์อาหาร และ บรรจุภัณฑ์ยารักษาโรค หรือแม้แต่การใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ [10-14] ขยะจากพลาสติกจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะจากพลาสติกที่อายุการใช้งานสั้น ปัญหาของขยะพลาสติก คือ ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ หรือ ความสามารถในการย่อยสลายต่ำ [15] ซึ่งต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการกำจัด และถ้าตกค้างในสภาพธรรมชาติเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การใช้เส้นใยธรรมชาติในวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิตจะมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายตามธรรมชาติ เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymers) ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยไม่มีสารพิษตกค้าง จึงเป็นการช่วยลดมลภาวะจากขยะพลาสติกได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีต่อการพัฒนาและส่งเสริมการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นสารตัวเติมหรือสารเสริมแรงในพอลิเมอร์คอมโพสิต

จากข้อดีหลาย ๆ ด้านของเส้นใยธรรมชาติและสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยธรรมชาติที่ดี จึงควรให้ความสำคัญในการพัฒนาและนำเอาเส้นใยธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งเมื่อประเทศไทยหันมาวิจัยพัฒนาด้านนี้ รวมทั้งมีการนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของรายได้ในภาคเกษตรกรรม ทั้งในรูปของการเพิ่มตลาดและการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลทางเกษตร เป็นการลดต้นทุนในการผลิตแก่ภาคอุตสาหกรรม เป็นการรักษาสีสิ่งแวดล้อมโดยการลดปริมาณขยะพลาสติกและประหยัดพลังงาน และเป็นแนวทางการพัฒนาประเทศที่เน้นการใช้ประโยชน์จากผลิตผลทางการเกษตร

สำหรับพอลิเมอร์ที่กลุ่มอุตสาหกรรมให้ความสนใจในการนำไปใช้เป็นพอลิเมอร์คอมโพสิตได้ในเชิงพาณิชย์ คือ เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ พอลิโพรพิลีน และเทอร์โมเซต ได้แก่ พอลิเอสเตอร์เรซินแบบไม่อิ่มตัว และ อีพอกซีเรซิน โดยพอลิเมอร์คอมโพสิต จากพอลิโพรพิลีนและพอลิเอสเตอร์เรซินแบบไม่อิ่มตัวนั้นสามารถใช้ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ส่วนพอลิเมอร์คอมโพสิต จากอีพอกซีเรซินนั้นสามารถใช้ในการผลิตอุปกรณ์ปูพื้นและเป็นวัสดุคอมโพสิตที่นิยมใช้ในงานด้านต่างๆ มากมาย

เนื่องจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกป่านสรนารายณ์เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในเขตอำเภอด่านขุนทด ป่านสรนารายณ์จัดเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความแข็งแรงสูงมากชนิดหนึ่ง โดยมีค่าความทนต่อแรงดึง (tensile

strength) เท่ากับ 511-635 MPa [1] ในต่างประเทศมีการค้นคว้าวิจัยในการนำเส้นใยป่านสรนารายณ์มาใช้ผลิตเป็นพอลิเมอร์คอมโพสิตเป็นจำนวนมากแต่ประเทศไทยยังไม่พบการวิจัยเรื่องนี้ มีแต่เพียงงานวิจัยที่นำเส้นใยป่านสรนารายณ์มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มอร์ต้า [16,17] ในปัจจุบันจากการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลและประสานงานกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกป่านสรนารายณ์ของคณะผู้วิจัยทำให้ทราบว่า การใช้ประโยชน์จากป่านสรนารายณ์ของกลุ่มเกษตรกรจะนำไปในทางงานหัตถกรรม ซึ่งมีปริมาณการใช้น้อยเมื่อเทียบกับจำนวนที่ปลูก และใช้ระยะเวลาในการประดิษฐ์หัตถกรรมต่อชิ้น ทำให้รายได้ต่อเดือนไม่มาก ถ้าเกษตรกรจะขายเส้นใยแห้งให้โรงงานอุตสาหกรรมทำเชือกป่านจะได้ในราคากิโลกรัมละ 20 บาทซึ่งเป็นราคาที่ได้ไม่สูงมากนักโดยเกษตรกรผู้ปลูกป่านสรนารายณ์โดยทั่วไปมีฐานะยากจน ถ้ามีการใช้งานจากป่านสรนารายณ์มากขึ้น จะทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้นอีกทางหนึ่ง เป็นการลดปัญหาการละทิ้งงานเกษตรกรรมในถิ่นฐานเข้าไปหาอาชีพอื่นในเมืองใหญ่ และลดปัญหาสังคมที่ตามมาจากการเข้าไปหางานทำในเมืองของเกษตรกร เป็นการสร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชน นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีให้เกิดระหว่างมหาวิทยาลัยกับชุมชนโดยใช้งานวิจัยเป็นตัวเชื่อมประสาน ในการที่มหาวิทยาลัยตระหนักถึงความสำคัญของการช่วยเหลือเกษตรกรในชุมชนในการเพิ่มรายได้เพื่อให้เกษตรกรสามารถมีคุณภาพชีวิตอยู่ดีมีสุขเพียงเป็นการสนองต่อพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวและตอบสนองต่อนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมให้ประชาชนมีเศรษฐกิจแบบพอเพียงและยั่งยืน ช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นและสร้างความศรัทธาของชุมชนต่อมหาวิทยาลัย ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ป่านสรนารายณ์จึงเป็นเส้นใยธรรมชาติที่คณะผู้วิจัยเลือกมาใช้ในการศึกษา

ในโครงการวิจัยส่วนนี้ ระบบที่ต้องการศึกษาคือพอลิเมอร์คอมโพสิตระหว่างเส้นใยป่านสรนารายณ์กับอีพอกซีเรซิน โดยใช้เส้นใยป่านสรนารายณ์ที่ได้จากกลุ่มแม่บ้าน อ.ด่านขุนทด นครราชสีมา เนื่องจากอีพอกซีเรซิน เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตซึ่งมีความแข็งแรงและทนต่อสารเคมีได้ดีเมื่อเทียบกับเทอร์โมพลาสติก แต่อีพอกซีเรซินเมื่อขึ้นรูปแล้ว ไม่สามารถนำมาหลอมขึ้นรูปใหม่ได้อีก ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ นอกจากจะเป็นการช่วยเพิ่มประโยชน์การใช้งานและมูลค่าให้กับเส้นใยป่านสรนารายณ์ซึ่งเป็นพืชที่ปลูกมากในจังหวัดนครราชสีมา ยังเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้พลาสติกลง และได้ผลิตภัณฑ์คอมโพสิตที่มีความแข็งแรงในระดับปานกลาง ซึ่งสามารถพัฒนาไปใช้งานอุตสาหกรรมก่อสร้าง และอุตสาหกรรมยานยนต์ได้

1.2. กรอบแนวคิด (Conceptual Framework) และ การทบทวนวรรณกรรม (reviewed literature)

พอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยธรรมชาติสามารถแบ่งตามชนิดของพอลิเมอร์เมทริกซ์เป็น 2 ประเภท คือ พอลิเมอร์คอมโพสิตประเภทเทอร์โมเซต และ พอลิเมอร์คอมโพสิตประเภทเทอร์โมพลาสติก

สำหรับพอลิเมอร์คอมโพสิตประเภทเทอร์โมเซตนั้น พอลิเมอร์เมทริกซ์ที่มีการศึกษากันมาก ได้แก่ พอลิเอสเตอร์ (polyester) อีพอกซี (epoxy) ฟีนอลิก (phenolics) ยาง (rubber) และเมลามีนเรซิน [18-23] ซึ่งสามารถใช้งานในรูปของวัสดุวิศวกรรมได้ ในการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เส้นใยปอและเส้นใยแก้วเป็นสารตัวเติมในเมลามีนเรซิน พบว่าพอลิเมอร์คอมโพสิตทั้งสองมีสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกัน [24] และมีผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าเมลามีนเรซินที่มีค่าการยึดติด (adhesion strength) ที่ดีกับพื้นผิวของเส้นใยธรรมชาติ [8] สมบัติเด่นของพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นวัสดุเสริมแรง คือ มีน้ำหนักเบาและความแข็งแรงจำเพาะ (specific strength) สูงกว่าการใช้เส้นใยแก้ว [10]

อีพอกซีเรซิน เป็นพลาสติกวิศวกรรม (engineering plastic) ประเภทเทอร์โมเซตที่มีการใช้มากในงานหลายประเภท เช่น การเคลือบ (coating), การห่อหุ้ม (encapsulation) พลาสติกเสริมแรง (reinforced plastics) ฯลฯ เนื่องจากอีพอกซีเรซินมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีรูปร่างที่คงตัว, มีโมดูลัสที่สูง, มีความทนทานต่อความร้อน, สารเคมี และความชื้น และมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าและคุณสมบัติเชิงกลที่ดี แต่ปัญหาที่สำคัญของอีพอกซีเรซิน คือ ความเปราะ (brittleness) และมีความต้านทานต่อการแตกหักต่ำ [25]

เส้นใยธรรมชาติมีสมบัติทางกายภาพที่เป็นข้อด้อยอยู่ 2 ประการ คือ ความเสถียรต่อความร้อนและปริมาณความชื้น ซึ่งโดยทั่วไปเส้นใยธรรมชาติสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ไม่เกิน 240°C ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้เส้นใยจะเกิดการเสื่อมสภาพ เส้นใยธรรมชาติมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 5-10% โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่อความเสถียรของรูปร่างของพอลิเมอร์คอมโพสิต เช่น เกิดการบวมตัว และมีผลต่อสมบัติเชิงกล นอกจากนี้ความชื้นยังส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดรอยโหว่ขึ้นได้ ดังนั้นการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของเส้นใยธรรมชาติจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อลดหรือกำจัดปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อพอลิเมอร์คอมโพสิต

การเพิ่มความเสถียรต่อความร้อนของเส้นใยธรรมชาติสามารถทำได้โดยการกราฟท์ (grafting) ด้วยมอนอเมอร์ และการทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟอสฟอเนต [26-28] สำหรับการลดปริมาณความชื้นของเส้นใยธรรมชาติสามารถทำได้โดยการทำไซยาโนเอทิลเลชัน (cyanoethylation) และ การทำอะเซทิลเลชัน (acetylation) [29- 30]

นอกจากการปรับปรุงสมบัติของเส้นใยธรรมชาติที่จะช่วยให้พอลิเมอร์คอมโพสิตมีสมบัติดีขึ้นแล้ว การปรับปรุงสมบัติที่ผิวสัมผัสระหว่างเส้นใยและพอลิเมอร์ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณสมบัติของพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ได้ [2, 31-33] รวมทั้งการหาสภาวะที่เหมาะสมในการขึ้นรูป [22] เป็นต้น ตัวอย่างการปรับปรุงคุณสมบัติที่พื้นผิวสัมผัสระหว่างเส้นใยธรรมชาติและพอลิเมอร์เมทริกซ์ ได้แก่ การปรับสภาพเส้นใยด้วยสารประสานไซเลน $[R-(CH_2)_n-Si(OR')_3]$ การกราฟต์เส้นใยด้วยวิธีโคพอลิเมไรเซชัน (graft copolymerization) และการทำอิมเพรเกนชัน (impregnation)

ในงานด้านพอลิเมอร์คอมโพสิต ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้อีพอกซีเรซินเป็นเมทริกซ์ในสารตัวเติมหลายชนิด ทั้งเส้นใยสังเคราะห์ เช่น เส้นใยแก้ว[34] เส้นใยคาร์บอน[35] และเส้นใยธรรมชาติ เช่น เส้นใยปอกระเจา[36,37] ลิโน [38] และป่านศรนารายณ์ [39] จากการทบทวนเอกสารทางวิชาการ พบว่า เหตุผลหนึ่งที่กลุ่มนักวิจัยจากหลายประเทศให้ความสนใจนำเส้นใยธรรมชาติมาศึกษา คือ เส้นใยธรรมชาติเหล่านั้นเป็นพืชเกษตรที่มีมากในพื้นที่ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและเครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูป และช่วยลดปริมาณการใช้พลาสติกลง ในขณะเดียวกันจากการศึกษาและพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ทำให้คุณสมบัติของพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยธรรมชาติโดยเฉพาะชนิดที่ใช้เทอร์โมเซตเป็นเมทริกซ์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับคุณสมบัติของพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยสังเคราะห์และสามารถนำมาใช้ทดแทนการใช้เส้นใยแก้วได้ในงานบางอย่าง

1.3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

สามารถผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์คอมโพสิตระหว่างเส้นใยป่านศรนารายณ์กับอีพอกซีเรซินที่มีสมบัติเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน โดยมีจุดประสงค์จำเพาะ ดังนี้

- เพื่อที่จะทราบผลของอัตราส่วนระหว่างพอลิเมอร์กับเส้นใยป่านศรนารายณ์ที่ใช้เป็นสารตัวเติม ต่อสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์คอมโพสิต ได้แก่ สมบัติเชิงกล (mechanical properties) และสมบัติทางความร้อน (thermal properties)
- เพื่อที่จะทราบอิทธิพลของสารประสาน(coupling agent) ต่อสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์คอมโพสิต

1.4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- ตรวจสอบผลของอัตราส่วนระหว่างพอลิเมอร์กับเส้นใยป่านศรนารายณ์ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์คอมโพสิต
- ตรวจสอบผลของสารประสานที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์คอมโพสิต