บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เส้นใยขนาดนาโนที่เตรียมได้ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง (Electrospinning) สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ในระบบการกรอง (Gibson *et al*., 2004) ด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Angarwal *et al*., 2008); Kanani & Bahrami 2010; Yang *et al*., 2005) การรักษาแผล (Kenawy *et al*., 2002) และใช้ในระบบนำส่งยา (khill *et al*., 2003) เนื่องจากเส้นใยขนาดนาโนและไมโครที่สานกันไปมาจนเป็นแผ่นเมมเบรนจะมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่สูง โดยมีขนาดของรูพรุนที่เล็กและมีความเป็นรูพรุนต่อพื้นที่ที่สูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและลักษณะสัณฐานของเส้นใยที่เตรียมได้ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิงนั้นจะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่มคือ 1) คุณสมบัติของสารละลาย 2) ตัวแปรต่างๆในกระบวนการปั่น และ3) สภาวะอากาศที่ใช้ในการปั่นเส้นใย (Therron *et al*., 2004); De Vrieze & Camp 2008); Kim *et al*., 2005) กลุ่มตัวแปรเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่จะเป็นตัวกำหนดให้เส้นใยที่ปั่นได้มีความเป็นเนื้อเดียวกันและเป็นเส้นใยที่มีความต่อเนื่อง ซึ่งเป็นลักษณะสัณฐานที่มีความจำเพาะเจาะจงและการนำไปประยุกต์ใช้ในแต่ละด้าน จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาตัวแปรต่างๆในกระบวนการปั่นเส้นใยด้วยกระแสไฟฟ้า เช่น ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างปลายเข็มและแผ่นรองรับ และ อัตราการไหลของสารละลายในการปั่นเส้นใย ในขณะที่การศึกษาตัวทำละลายหรือระบบตัวทำละลายในการใช้เตรียมสารละลายพอลิเมอร์ ยังไม่สามารถอธิบายกลไกได้อย่างชัดเจนเนื่องจากระบบตัวทำลายนี้จะส่งผลต่อคุณสมบัติของสารละลายโดยตรง ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการปั่นเส้นใยในกระบวนการปั่น ดังนั้นการเลือกระบบตัวทำละลายจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อความสามารถของการปั่นเส้นใยในกระบวนการ

พอลิแอล-แล็กไทด์ (Poly(L-lactide), PLA) เป็นพอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติสามารถแตกสลายทางชีภาพได้(Biodegradable polymer) และยังมีคุณสมบัติสามารถเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต (Biocompatible polymer) โดยไม่ทำให้เนื้อเยื่อเกิดการอักเสบ เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของพอลิเอสเทอร์ ปัจจุบันได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในการนำมาขึ้นรูปเป็นภาชนะที่สามารถย่อยสลายได้อนุภาคขนาดไมโคร ในระบบนำส่งยา (Khotsange *et al*., 2017) และนิยมนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นเมมเบรน (Yang *et al*., 2005)) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Yang *et al*., 2004) ; Prabhakaran *et al*., 2011); Ishii *et al*., 2009)) มีการศึกษาถึงอิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลของ PLA ต่อลักษณะสัณฐานของเส้นใยของแผ่นเมมเบรนที่เตรียมได้ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง ซึ่งน้ำหนักโมเลกุลนี้ส่งผลต่อค่าความหนืด ค่าแรงตึงผิว และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายของสารละลายในกระบวนการผลิตเส้นใยและส่งผลให้เส้นใยที่ได้มีขนาดที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแผ่นเมมเบรนของ PLA ยังมีข้อด้อยคือ มีความต้านทางต่อแรงดึงที่ต่ำ(tensile strength) และมีร้อยละของการดึงยืดที่น้อย (% elongation at break) ดังนั้นจึงมีการเติมสารบางชนิดลงไปเพื่อปรับปรุงค่าความหนืด ดรรชนีย์การหลอมไหล และแรงตึงผิวของสารละลาย PLA โดยการเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลของPLA.ให้สูงขึ้น

สารขยายโซ่ (chain extender)เป็นสารชนิดหนึ่งซึ่งนิยมใช้ในการผสมลงในพอลิเมอร์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางประการเช่นความเหนียว ซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติต่างๆของพอลิเมอร์และสามารถทำให้พอลิเมอร์ที่ผสมสารช่วยยืดสายโซ่นั้นใช้งานได้กว้างมากขึ้นโดยเฉพาะค่าดรรชนีการหลอมไหล (melt flow index)ส่งผลต่อความหนืดขณะหลอมในกระบวนการขึ้นรูปต่างๆ และจะส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานหรือ

ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปได้ สารขยายโซ่ที่นิยมใช้ได้แก่ styrene-acrylic, epoxy (ECE) และ polycarbodiimide (PCD)ปฏิกิริยาของการต่อสารขยายโซ่ให้กับพอลิแอล-แล็กไทด์จะเกิดปฏิกิริยาโดยใช้กระบวนการหลอม (melt processing) (Baimark และ Srihanam (2015))

จากรายงานวิจัยยังไม่มีรายงานถึงอิทธิพลของสารขยายโซ่ (Chain extender, ECE)) ต่อคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นเมมเบรนของพอลิแอล-แล็กไทด์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาอิทธิพลของระบบตัวทำละลายต่อลักษณะสัณฐานและการกระจายตัวขนาดเส้นใยของแผ่นเมมเบรน PLA ที่เตรียมจากสารละลายของ PLA ผสมกับ CE ขึ้นรูปด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลอัตราส่วนของระบบตัวทำละลายต่อลักษณะสัณฐานและขนาดการกระจายตัวของเส้นใยแผ่นเมมเบรนพอลิแอล-แล็กไทด์ (Poly(L-lactide) membrane) ที่ผสมสารขยายโซ่ (Chain extender)

2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารขยายโซ่ที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นเมม-เบรนพอลิแอล-แล็กไทด์ ที่ขึ้นรูปด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 พอลิแอล-แล็กไทด์ (Poly (L-Lactide) ที่ผสมสารขยายโซ่ในอัตราส่วน 0.5 และ 2.0 phr

1.3.2 ระบบของตัวทำละลายที่ศึกษาคือ คลอโรฟอร์มและอะซิโตน

1.3.3 ขึ้นรูปแผ่นเมมเบรนด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง (Electrospinning) โดยกำหนดสภาวะในการปั่นเส้นใยดังนี้

1) แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 12 Kv

2) อัตราการไหลของสารละลาย Polymer เท่ากับ 0.3 mL/h

3) ระยะห่างระหว่างปลายเข็มและแผ่นรองรับเท่ากับ 12 cm

1.3.4 ลักษณะเฉพาะต่างๆ ที่ศึกษาได้แก่ ลักษณะสัณฐานของเส้นใย การกระจายตัวขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและคุณสมบัติเชิงกล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงอิทธิพลของระบบตัวทำละลายและสารขยายโซ่ (Chain extender) ที่มีผลต่อลักษณะสัณฐาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นเมมเบรนพอลิแอล-แล็กไทด์ (Poly(L-lactide) membrane) ที่ขึ้นรูปด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

แผ่นเมมเบรน (Wound dressing) หมายถึง วัสดุที่มีเส้นใยขนาดไมโครและนาโนสานกันไปมามีลักษณะเป็นแผ่นบาง

อิเล็กโทรสปินนิง (Electrospinning) หมายถึง การปั่นเส้นใยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตโดยอาศัยแรงทางไฟฟ้าที่เกิดจากศักย์ไฟฟ้ากำลังสูง ส่งผลให้เส้นใยมีค่าอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง

พอลิแอล-แล็กไทด์ Poly (L-lactide) หมายถึง พอลิเมอร์ชีวภาพชนิดหนึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้จากกรดแล็กติก

สารขยายโซ่(Chain extender) หมายถึง สารสำหรับเพิ่มความยาวสายโซ่โมเลกุลของพอลิเมอร์