สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ส่วนที่ 1	1
รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ส่วนที่ 2	5
บทคัดย่อ	6
Abstract	7
บทที่	
1 บทนำ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 การผลิตเส้นใยนาโนโดยใช้เทคนิคการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต	11
2.1.1 สมบัติเด่นของวัสดุปิดผิวที่ผลิตโดยใช้เทคนิคการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต	11
2.1.2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดเส้นใย	12
2.2 วัสดุปิดแผล	16
2.2.1 ความหมายและหน้าที่ของวัสดุปิดแผล	16
2.2.2 ชนิดของวัสดุปิดแผล	16
2.3 เอธิลเซลลูโลส	18
2.4 ว่านหางจระเข้	20
2.5 สรุป	22
3 วิธีวิจัย	23
3.1 สารเคมีและวัตถุดิบ	23
3.2 การเตรียมสารละลายเอธิลเซลลูโลส	23
3.3 การวัดสมบัติทางกระแสวิทยาของสารละลาย	24
3.4 การทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต	25
3.5 การตรวจสอบสัณฐานของเส้นใย	26
3.6 การทดสอบความแข็งแรงของฟิล์ม	27
3.7 การทดสอบ Cytotoxicity โดยวิธี MTT assay	29
4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์	30

4.1 สมบัติทางกระแสวิทยาของสารละลายเอธิลเซลลูโลส 30
4.2 เงื่อนไขที่เหมาะสมของการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต 33
4.2.1 ความเข้มข้นของสารละลาย 33
4.2.2 แรงดันไฟฟ้า 34
4.2.3 ระยะห่างระหว่างปลายเข็มกับแผ่นรองรับ 34
4.2.4 อัตราการไหลของสารละลาย 35
4.2.5 อัตราการไหลของตัวทำละลาย 36
4.3 สัณฐานของเส้นใยจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง Light microscope (LM) 37
4.4 สัณฐานของเส้นใยจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) 41
4.5 ความแข็งแรงของฟิล์ม 52
4.6 ผลการทดสอบความเป็นพิษของฟิล์มต่อเซลล์ 54
5 สรุปผลการวิจัย 57
เอกสารและสิ่งอ้างอิง 59

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สูตรการเตรียมสารละลายเอธิลเซลลูโลส	23
3.2	เงื่อนไขที่ใช้ในกระบวนการการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต	25
4.1	ความหนืดของสารละลายเอธิลเซลลูโลสที่อัตราการเฉือน 100/s	30
4.2	ขนาดของ Bead ที่ความเข้มข้น 5 ถึง 7 %wt ที่แรงดันไฟฟ้า 16 kV	44
4.3	ความหนาแน่นของ Bead ที่แรงดันไฟฟ้า 16 kV	44
4.4	ขนาดของเส้นใย ที่ความเข้มข้น 11 ถึง 13 %wt ที่แรงดันไฟฟ้า 12, 14 และ 16 kV	49

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	สัณฐานของเส้นใยที่ผลิตจากเซลลูโลสขนาด 200 nm ที่ได้จากการทดลองผลิตใน lab	2
1.2	รูปแสดงโครงสร้างของ Scaffold ที่จะถูกผลิตในงานวิจัยนี้	2
2.1	ชุดอุปกรณ์ผลิตเส้นใยนาโนโดยการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต	11
2.2	ความสำคัญของ Polymer chain entanglement ต่อโครงสร้างแบบเป็นเส้นต่อเนื่องของเส้นใยนาโน	13
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืด (η) กับความเข้มข้น (c)	14
2.4	โครงสร้างโมเลกุลของเซลลูโลสและเอทิลเซลลูโลส	18
2.5	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเอธิลเซลลูโลส	19
2.6	ว่านหางจระเข้ (ก) ลักษณะของลำต้น (ข) ลักษณะของวุ้นที่อยู่ภายในใบ	20
3.1	การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต	25
3.2	การเก็บตัวอย่างฟิล์ม	26
3.3	ฟิล์มตัวอย่างก่อนและหลังเคลือบทอง	26
3.4	ฟอยล์ที่ใช้ในการเตรียมฟิล์มตัวอย่าง	27
3.5	บริเวณที่ฟิล์มได้รับแรงดึงในขณะทำการทดสอบความแข็งแรง	27
3.6	หัวยึดแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของฟิล์ม	28
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและความเข้มข้นของสารละลาย	31
4.2	การผลิตเส้นใยด้วยเทคนิค Solvent coating	33
4.3	ลักษณะของ Taylor cone ที่มีความเสถียร	34
4.4	ลักษณะของฟิล์ม กรณีที่ระยะห่างระหว่างแผ่นรองรับกับปลายเข็มของสารละลายน้อยเกินไป	35
4.5	ลักษณะของการเกิด Clogging	36
4.6	สัณฐานของเส้นใยที่แรงดันไฟฟ้า 12 kV (LM)	37
4.7	สัณฐานของเส้นใยที่แรงดันไฟฟ้า 14 kV (LM)	39
4.8	สัณฐานของเส้นใยที่แรงดันไฟฟ้า 16 kV (LM)	40
4.9	สัณฐานของเส้นใยที่แรงดันไฟฟ้า 16 kV (SEM)	41
4.10	Histogram แสดงการกระจายของขนาดของ Bead ที่แรงดันไฟฟ้า 16 kV	43

4.11	สัณฐานเส้นใยของสารละลายเอธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 11 %wt	45
4.12	ลักษณะ Bead ที่ตรวจพบบนเส้นใยที่ผลิตจากสารละลายเอธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 11 %wt	46
4.13	สัณฐานเส้นใยของสารละลายเอธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 12 %wt	47
4.14	สัณฐานเส้นใยของสารละลายเอธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 13 %wt	48
4.15	ขนาดของเส้นใยที่แรงดันไฟฟ้า 12, 14 และ 16 kV ที่ได้จากสารละลายเอธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 11, 12 และ 13 %wt	49
4.16	สัณฐานของเส้นใยที่ผลิตจากสารละลายเอธิลเซลลูโลสความเข้มข้น 13 %wt ผสมวุ้นว่านหางจระเข้ในอัตราส่วน 0.9:0.1 โดยปริมาตร	50
4.17	การกระจายขนาดของเส้นใยที่ผลิตจากสารละลายเอธิลเซลลูโลสความเข้มข้น 13 %wt ผสมวุ้นว่านหางจระเข้ในอัตราส่วน 0.9:0.1	51
4.18	ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเส้นใยกับความเค้นดึง	52
4.19	ปริมาณเซลล์ Normal Human skin fibroblast: CRL 2522 ที่รอดชีวิตภายหลังทดสอบเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีกับ Ethyl cellulose ที่ความเข้มข้น 0.98 – 1,000 µg/mL	54
4.20	ปริมาณเซลล์ Normal Human skin fibroblast: CRL 2522 ที่รอดชีวิตภายหลังทดสอบเป็นเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ในอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีวุ้นว่านหางจระเข้ในอัตราส่วนต่างๆ	55
4.21	ปริมาณเซลล์ Normal Human skin fibroblast: CRL 2522 ที่รอดชีวิตภายหลังทดสอบเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ในอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีแผ่นฟิล์มแบบต่างๆ	56