

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

เส้นใยน้ำผึ้งนาโนถูกสังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต เพื่อศึกษาและตรวจสอบสมบัติที่เหมาะสมของเส้นใยที่เหมาะสมและสามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นวัสดุสมานแผลต้นแบบทางการแพทย์ โดยมีเงื่อนไขในการสังเคราะห์คือ 1) อัตราส่วนของน้ำผึ้งต่อเจลาติน 0:100 5:95 10:90 และ 15:85 โดยน้ำหนัก 2) ศักย์ไฟฟ้าของการสังเคราะห์ 13 กิโลโวลต์ 15 กิโลโวลต์ และ 17 กิโลโวลต์ และ 3) อัตราการไหลของสารละลาย 0.04 มิลลิลิตร/ชั่วโมง 0.06 มิลลิลิตร/ชั่วโมง และ 0.08 มิลลิลิตร/ชั่วโมง โดยเส้นใยที่สังเคราะห์ได้จากเงื่อนไขต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นถูกนำไปวิเคราะห์ลักษณะและคุณสมบัติของเส้นใยดังต่อไปนี้

5.1.1 วิเคราะห์ลักษณะและขนาดของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของน้ำผึ้งและศักย์ไฟฟ้าในการสังเคราะห์เพิ่มขึ้น

5.1.2 วิเคราะห์สมบัติการอุ้มน้ำของเส้นใยด้วยเทคนิค Water Uptake พบว่า ศักย์ไฟฟ้ามีผลต่อร้อยละการอุ้มน้ำของเส้นใย โดยเมื่อศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ร้อยละการอุ้มน้ำของเส้นใยที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกเงื่อนไขของการสังเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าศักย์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เส้นใยที่ได้มีความพรุนมากขึ้น

5.1.3 วิเคราะห์สมบัติการเปียกของเส้นใยด้วยการวัดค่ามุมสัมผัสระหว่างพื้นผิวของเส้นใยกับหยดน้ำ พบว่าเส้นใยที่มีส่วนผสมของน้ำผึ้งมีค่ามุมสัมผัสระหว่างพื้นผิวของเส้นใยกับหยดน้ำสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าของเส้นใยที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำผึ้ง

หลังจากทำการวิเคราะห์ผลการทดลองในภาพรวมแล้วพบว่า เงื่อนไขการสังเคราะห์เส้นใยน้ำผึ้งนาโนที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปพัฒนาใช้เป็นวัสดุสมานแผลต้นแบบทางการแพทย์ ภายใต้เงื่อนไขการสังเคราะห์ในโครงการวิจัยนี้คือ อัตราส่วนของน้ำผึ้งต่อเจลาติน 5:95 ศักย์ไฟฟ้าของการสังเคราะห์ 17 กิโลโวลต์ และอัตราการไหลของสารละลาย 0.06 มิลลิลิตร/ชั่วโมง โดยเส้นใยที่สังเคราะห์ได้จากเงื่อนไขดังกล่าว 1) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย  $529.84 \pm 17.35$  นาโนเมตร 2) มีค่าร้อยละการอุ้มน้ำของเส้นใย  $8.01 \pm 0.86$  % ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นสมาน

ผลทั่วไปที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่สามารถดูดซับน้ำได้เพียง 2.3% 3) มีค่ามุมสัมผัสระหว่างหยดน้ำกับเส้นใยที่เหมาะสมคือ  $37.67 \pm 2.22$  องศา ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าเส้นใยมีสมบัติความชอบน้ำ (Hydrophilic) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้มีความเหมาะสมในเบื้องต้นที่จะนำไปพัฒนาใช้เป็นวัสดุสมานแผลต้นแบบทางการแพทย์ต่อไป

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องจากเส้นใยนาโนที่สังเคราะห์ได้ที่มีลักษณะความเป็นเส้นใยอย่างชัดเจนในโครงการวิจัยนี้ มีปริมาณน้ำฝิ่งเป็นส่วนผสมเพียง 5% ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำฝิ่งให้เพิ่มมากขึ้น เส้นใยที่ได้จะมีลักษณะเป็นเส้นใยที่ไม่ชัดเจน (มีการเชื่อมต่อของเส้นใยในลักษณะหลอมรวมกัน) ซึ่งอาจเกิดจากการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้ทำการอบเส้นใยหลังจากที่สังเคราะห์ได้หรือระยะห่างระหว่างเข็มฉีดยาและฐานรองรับมีระยะสั้นเกินไปจนทำให้ตัวทำละลายไม่สามารถระเหยไปได้ในทันทีในระหว่างการสังเคราะห์เส้นใย ก่อนที่จะไปถึงฐานรองรับ ดังนั้นทางผู้ทำโครงการวิจัยจึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรทำการศึกษาผลของการอบเส้นใยหลังจากการสังเคราะห์ต่อลักษณะของเส้นใยที่สังเคราะห์ หรือ มีการเพิ่มระยะห่างระหว่างเข็มฉีดยาและฐานรองรับให้มากขึ้น

5.2.2 เนื่องจากในโครงการวิจัยครั้งนี้มีการผสมน้ำฝิ่งกับพอลิเมอร์โดยในที่นี้คือเจลลาติน ด้วยปัจจัยดังกล่าวนี้อาจเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เส้นใยละลายน้ำ ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงการวิจัยจึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรทำการสังเคราะห์เส้นใยน้ำฝิ่งนาโนที่มีพอลิเมอร์ชนิดอื่นที่ไม่ละลายน้ำเป็นส่วนผสม เช่น เซลลูโลสอะซีเตท หรือไคโตซาน

5.2.3 เนื่องจากเส้นใยที่สังเคราะห์ได้ในโครงการวิจัยนี้ละลายน้ำ จึงต้องทำการ Cross-link ด้วยสารกลูต้ารัลดีไฮด์ ซึ่งมีสมบัติที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตหากใช้ในปริมาณที่สูงเกินกำหนดทางผู้จัดทำโครงการวิจัยจึงมีข้อเสนอแนะว่าควรใช้สารตัวอื่นที่ไม่เป็นอันตรายในการ Cross-link เช่น เจนินฟิน ซึ่งเป็นสารสกัดจากธรรมชาติ

5.2.4 เนื่องจากในโครงการวิจัยนี้ไม่ได้ทำการหมุนฐานรองรับเส้นใย ความเป็นไปได้ว่าเมื่อหมุนฐานรองรับเส้นใย เส้นใยที่ได้ อาจจะมีการจัดเรียงตัวที่ดีขึ้น

5.2.5 เพื่อเป็นการยืนยันความสามารถเบื้องต้นของการนำเส้นใยน้ำฝิ่งนาโนไปใช้เป็นวัสดุสมานแผลต้นแบบทางการแพทย์ ทางผู้จัดทำโครงการวิจัยจึงเสนอว่า ควรนำเส้นใยน้ำฝิ่งนาโนที่สังเคราะห์ได้ไปทำการทดสอบหา %การยับยั้งเชื้อ เพื่อตรวจสอบว่าเส้นใยดังกล่าวสามารถยับยั้งเชื้อไม่ให้เจริญเติบโตได้ดีมากน้อยเพียงใด ซึ่งไม่สามารถดำเนินการได้ในการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากมีอุปสรรคทางด้านเวลาและการจัดการเกี่ยวกับการทดสอบการยับยั้งเชื้อ