

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการเตรียมแปงเส้นใยมันสำปะหลังที่บริสุทธิ์สูงเพื่อให้ได้แปงเส้นใยที่มีส่วนประกอบของแปงมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวที่ประกอบไปด้วยพอลิเมอร์ของอะมิโลสและของอะมิโลเพคติน โดยไม่มีส่วนประกอบของพอลิเมอร์ชนิดอื่นๆ ผสมอยู่ด้วยเลยเหมือนที่ได้มีการศึกษาการเตรียมเส้นใยที่ผ่านมาที่ต้องใช้พอลิเมอร์หลายชนิดผสมกันเพื่อให้ได้เส้นใยที่เหมาะสมทั้งนี้มีการใช้เทคนิคของอิเล็กโตรสปินนิงเช่นเดียวกัน แต่มีการเพิ่มเติมอุปกรณ์ของชุดเตรียมเส้นใยโดยการเพิ่มในส่วนของอ่างบรรจุที่มีแอลกอฮอล์อุณหภูมิที่ต่ำลงถึง -20°C บรรจุอยู่ ซึ่งเมื่อสารละลายแปงมันสำปะหลังที่ถูกฉีดผ่านออกมาจากกระบอกฉีดยาและผ่านเข็มฉีดยาออกมาจะตกลงในอ่างแอลกอฮอล์ที่มีความเย็นสูง และแยกตัวออกมาก่อนที่จะลงไปสัมผัสกับแผ่นโลหะ (collector) ที่ใช้กันเป็นปกติที่รองรับอยู่ในระบบ ทำให้ได้เส้นใยแปงตามที่ต้องการ

ก่อนที่จะมีการศึกษาโดยใช้พอลิเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในแปง ได้มีการศึกษาในเบื้องต้น โดยเป็นการเตรียมเส้นใยที่ใช้ระบบ และอุปกรณ์ที่มีการใช้กันอยู่ตามปกติโดยทดลองการฉีดแปงเดี่ยวๆ หรือแปงผสมกับพอลิเมอร์ชนิดอื่นๆ ที่นิยมใช้กันในทางเภสัชกรรม เช่น ไคโตซานและพอลิเอทิลีนออกไซด์ ซึ่งพบว่าการใช้แปงเดี่ยวๆ ในปริมาณความเข้มข้นที่สูงไม่สามารถเตรียมเป็นเส้นใยได้ รวมทั้งที่เตรียมจากการผสมกับพอลิเมอร์ชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในการทดลองก็พบว่าแปงมีการแยกตัวออกมาจากเส้นใยอื่น จึงนำข้อมูลและปัจจัยต่างๆ ที่ได้มาปรับเปลี่ยนเพื่อเตรียมเส้นใยแปงจากสารละลายแปงล้วนๆ เช่น การใช้ความเข้มข้นแปงที่ลดลง ดังนั้นความเข้มข้นของสารละลายแปงมันสำปะหลังที่นำมาศึกษาสำหรับการเตรียมเส้นใยแปงในครั้งนี้ ได้ทดลองเตรียมจากแปงที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 โดยน้ำหนัก เมื่อนำสารละลายแปงความเข้มข้นดังกล่าวไปผ่านกระบวนการอิเล็กโตรสปินนิงและเปรียบเทียบกับในระหว่างตัวอย่างแปงที่เตรียมได้จากแปงที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าแปงเส้นใยมันสำปะหลังที่เตรียมได้จากสารละลายแปงที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4.5 หลังผ่านกระบวนการจะได้แปงเส้นใยที่มีลักษณะเห็นเป็นเส้นใยที่ชัดเจน แต่ตัวอย่างที่ได้เตรียมได้จากสารละลายความเข้มข้นอื่นๆ จะไม่เห็นเป็นเส้นใยแต่จะเป็นลักษณะจับตัวกันเป็นก้อน สำหรับกรณีของแปงในความเข้มข้นร้อยละ 5.0 ไม่สามารถเตรียมได้เนื่องจากมีการอุดตันของเข็มที่ใช้ ลักษณะของแปงเส้นใยที่ได้จากการเตรียมแปงในความเข้มข้นร้อยละ 4.5 ที่เด่นชัดอีกประการหนึ่งคือมีการจัดเรียงตัวไปมาคล้ายลักษณะของผืนเสื้อ (electrospun fiber mats) และแปงเส้นใยที่ได้มีผิวที่เรียบและสม่ำเสมอ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วงระหว่าง 1.3-14.5 ไมครอน มีพื้นที่ผิวสูงสุดเนื่องจากเป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็ก และไม่มีการเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันระหว่างเส้นใยและยังมีความสมบูรณ์ในการพองตัวที่สูงสุดโดยดูจากอัตราส่วนของการพองตัว

เมื่อทำการศึกษาพิสูจน์ในระดับโครงสร้าง การจัดเรียงตัว และองค์ประกอบในโมเลกุลโดยอาศัยวิธีการและเทคนิคต่างๆ โดยในกรณีของการตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันโดยเทคนิคของ FT-IR พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปของหมู่ฟังก์ชันในโครงสร้างซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการอิเล็กโตรสปินนิงไม่ได้ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทำให้โครงสร้างทางโมเลกุลของพอลิเมอร์ของแบงเปลี่ยนแปลงไป และผลจากการตรวจสอบการเรียงตัวของโครงสร้างของพอลิเมอร์แบงในโครงสร้างโดยกระบวนการ X-ray Diffraction ได้แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปของการจัดเรียงตัวภายในโครงสร้างจากเดิมของแบงธรรมดาโดยมีการเพิ่มขึ้นในส่วนที่เป็นอสัณฐานในโครงสร้าง โดยปรากฏการณ์นี้พบได้ในทุกตัวอย่างที่เตรียมจากแบงในความเข้มข้นต่างๆ โดยมีลักษณะที่เป็น halo pattern ที่ชัดเจน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแบงมันสำปะหลังก่อนการตัดแปรรูปจะมีโครงสร้างที่มีความเป็นผลึกที่มากกว่าโดยเป็นลักษณะของ A-type

เมื่อนำเส้นใยแบงที่เตรียมได้จากมันสำปะหลังที่เตรียมได้จากสารละลายแบงความเข้มข้นร้อยละ 4.5 ที่มีความเป็นเส้นใยมากที่สุดไปประยุกต์ใช้ทางเภสัชกรรมโดยมีการศึกษาเพื่อการนำไปใช้เป็นสารช่วยในการผลิตยาเม็ด ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มีการนำไปใช้เป็นสารช่วยยึดเกาะ สารช่วยแตกตัวในยาเม็ด โดยในส่วนของการใช้เป็นสารช่วยแตกตัวพบว่ายังมีประสิทธิภาพดีไม่เทียบเท่าสารช่วยแตกตัวในกลุ่มของสารช่วยแตกตัวประเภทดีเล็ค (superdisintegrant) ที่มีใช้กันอยู่ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เวลาในการแตกตัวที่ใช้เวลาน้อยกว่าหนึ่งนาทีกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำแบงเส้นใยไปใช้ในปริมาณต่ำร่วมกันกับแบงมันสำปะหลังในปริมาณต่ำเช่นเดียวกันโดยใช้ในปริมาณที่เท่ากัน สามารถช่วยทำให้เม็ดยาแตกตัวได้เร็วขึ้นโดยแตกตัวได้ภายในเวลาหนึ่งนาทีกว่าซึ่งนับว่าแตกตัวได้เร็ว โดยผลการศึกษาในรายละเอียดทางด้านการแตกตัวของเม็ดยาที่ใช้แบงเส้นใยในปริมาณร้อยละ 1, 2.5 และ 5 โดยน้ำหนักเป็นดังนี้คือ เม็ดยาจะแตกตัวได้ภายในเวลา 284.00, 241.33 และ 223.50 วินาที ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แบงธรรมดาในปริมาณเดียวกันนั้น เม็ดยาที่ใช้แบงธรรมดากลายเป็นสารช่วยแตกตัวจะใช้เวลาแตกตัวที่นานกว่า 10 นาที แต่เมื่อใช้ในปริมาณที่สูงขึ้นเป็นร้อยละ 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักระยะเวลาการแตกตัวของเม็ดยาที่ใช้แบงธรรมดากลายเป็นสารช่วยแตกตัวได้เร็วขึ้นคือ 54.83 และ 79.50 วินาทีตามลำดับ ส่วนของแบงเส้นใยที่ใช้ในปริมาณเท่ากันจะใช้เวลาที่นานขึ้นคือ 234.00 และ 462.83 วินาทีตามลำดับ ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากการที่เมื่อมีปริมาณของแบงเส้นใยในปริมาณที่สูงขึ้นในเม็ดยาอาจมีผลทำให้น้ำจากผิวเม็ดยาเข้าสู่เม็ดยาได้ช้าลง เนื่องจากคุณสมบัติที่มีการพองตัวสูงของแบงเส้นใย และเป็นตัวกั้นน้ำทำให้น้ำเข้าในเม็ดยาได้ยากขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้เส้นใยในปริมาณที่ไม่มากก็ยังสามารถทำให้การแตกตัวได้เร็วกว่าแบงธรรมดา การใช้แบงธรรมดาในปริมาณที่สูงมากจะส่งผลต่อความแข็งของเม็ดยาเนื่องจากแบงมีความสามารถเกาะติดกันไม่ดีภายใต้แรงตอกอัดโดยเฉพาะหากใช้ในปริมาณสูงจะทำให้ได้เม็ดยาที่มีความแข็งไม่ดี โดยจากผลการทดลองจะให้ความแข็งของเม็ดยาที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ประมาณ 50 – 70 นิวตัน อย่างไรก็ตามเมื่อใช้แบงเส้นใยที่เตรียมได้ร่วมกันกับแบงธรรมดาในความเข้มข้นที่ต่ำทั้งสองชนิดซึ่งปกติไม่สามารถทำให้เกิดการแตกตัวได้ดี โดยใช้ในปริมาณร้อยละ 2.5 และ

5.0 โดยน้ำหนักในแต่ละชนิดที่เท่ากัน พบว่ามีผลส่งเสริมซึ่งกันและกัน และสามารถทำให้เม็ดยามีการแตกตัวที่เร็วขึ้นโดยเม็ดยาสามารถแตกตัวได้ภายในเวลา 95.17 และ 84.33 วินาที ตามลำดับ

ในกรณีของการศึกษาทางด้านการนำแบ่งเส้นใยมาใช้เป็นสารช่วยในการยึดเกาะทั้งในรูปแบบผสมโดยตรงกับสารเพิ่มปริมาณที่ตอกโดยตรงได้คือ dicalcium phosphate dehydrate แล้วนำไปตอกเป็นเม็ดยาโดยตรง และศึกษากับสารเพิ่มปริมาณแลคโตสซึ่งต้องมีการผสมแบ่งเส้นใยในรูปแบบสารละลายก่อนแล้วนำไปเตรียมเป็นแกรนูลเพื่อนำไปตอกเป็นเม็ดยาต่อไป พบว่าในกรณีของการใช้ในรูปแบบสารละลาย 10 % จะไม่พบความแตกต่างของความแข็งของเม็ดยาที่ได้ต่างไปจากการใช้แบ่งเปียกที่ความเข้มข้นเดียวกัน แต่สำหรับการใช้ในรูปแบบผงแห้งผสมกับสารเพิ่มปริมาณที่สามารถนำไปตอกได้โดยตรงจะไม่พบความแตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามในกรณีของแบ่งธรรมดาเมื่อใช้ในปริมาณที่สูงขึ้น เช่นในปริมาณร้อยละ 10 ความแข็งของเม็ดยาจะลดลงอย่างมาก แต่สำหรับแบ่งเส้นใยจะลดลงไม่มาก และเมื่อนำแบ่งธรรมดาและแบ่งเส้นใยมาใช้ร่วมกันก็ไม่ปรากฏความแตกต่างของความแข็งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แบ่งธรรมดาหรือแบ่งเส้นใยเดี่ยวๆ

สำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไปในกรณีของแบ่งเส้นใยจากแบ่งมันสำปะหลังที่เตรียมได้จากกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์ปิ้งในครั้งนี้นอกจากการศึกษาเพื่อนำไปใช้เป็นสารช่วยในการผลิตยาเม็ดแล้วควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านอื่นๆ ทางเภสัชกรรม เช่น ในระบบการส่งตัวยา ด้วยการผสมตัวยาเข้าไปในเส้นใยและทำการศึกษาการปลดปล่อยตัวยาเพื่อที่จะนำไปเตรียมเป็นรูปแบบยาต่างๆ ต่อไป เนื่องจากเป็นเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติและเข้ากันได้ดีในร่างกายรวมทั้งสลายตัวได้รวมทั้งไม่เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในระหว่างการเตรียมแบ่งเส้นใย นอกจากนั้นควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยมีการปรับเปลี่ยนปัจจัยอื่นๆ ในการเตรียมเส้นใยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีหลายปัจจัยด้วยกันในกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์ปิ้ง ควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยมีการปรับเปลี่ยนปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์ปิ้งเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีขนาดเล็กลงใกล้เคียงในระดับนาโนที่มากขึ้น หรือการนำพอลิเมอร์ชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในทางเภสัชอุตสาหกรรมมาผสมรวมกับแบ่งมันสำปะหลังเพื่อจะทำให้ได้เส้นใยที่มีขนาดเล็กลงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ โดยเฉพาะในระบบการนำส่งยาได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการศึกษาทางด้านความเหนียวของเส้นใยที่ได้