บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

ทุเรียนเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่ปลูกกันมากในประเทศไทย โดยมีเม็ดทุเรียนและเปลือกทุเรียนที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งปริมาณมาจากอุตสาหกรรมแปรรูปทุเรียน สำหรับงานวิจัยนี้ได้เพิ่มมูลค่าเม็ดทุเรียน โดยใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดแยกแป้งซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเม็ดทุเรียน ซึ่งมีปริมาณถึงร้อยละ 56.03 โดยน้ำหนักแห้ง วิธีการแยกแป้งที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นประบวนการง่าย ๆ ต้องการแยกกากที่ไม่ละลายน้ำออก ซึ่งเป็นส่วนที่จะเป็นปัญหาอย่างมาในการเตรียมสารละลายฟิล์มซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีพื้นผิวเรียบและไม่มีรูรั่ว โดยให้ผลผลิตในการสกัดในระดับห้องปฏิบัติการในช่วงร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนักเม็ดทุเรียนสด จึงมีความเป็นไปได้ที่จะขยายขนาดสำหรับโครงการนำร่อง (pilot plant) และสำหรับทางการค้าได้ เมื่อพิจารณาลักษณะที่ปรากฏ องค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและหน้าที่ของแป้งเม็ดทุเรียนมีความใกล้เคียงกับแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังดัดแปลงที่มีจำหน่ายทางการค้าที่นิยมใช้แต่ดั้งเดิมในหลายประการ แป้งเม็ดทุเรียนมีสีค่อนข้างขาวให้ค่า hue และ chroma เท่ากับ 87.55 และ 9.14 ตามลำดับ และประกอบด้วยโปรตีน ไขมันหยาบ เยื่อใยหยาบ และเถ้าเท่ากับร้อยละ 7.24, 0.32, 2.36 และ 3.58 โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อนำแป้งเม็ดทุเรียนมาให้ความร้อนแป้งสุกที่มีสมบัติข้น (thick) เหนียว (cohesive) โปร่งแสง (translucent) ไม่มีสี (colorless) สามารถอุ้มน้ำและพองตัวได้ดี สมบัติไฮเดรชันของแป้งเม็ดทุเรียนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จึงมีความเหมาะสมกับการใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตฟิล์มที่ย่อยสลายได้

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของกลีเซอรอลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20-5 โดยน้ำหนักของแป้งเม็ดทุเรียนต่อสมบัติของฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน โดยฟิล์ม DSS ที่มีความเข้มข้นของกลีเซอรอลสูงจะลดความสามารถกีดกันความชื้นของฟิล์ม ลดความแข็งแรงของฟิล์ม แต่ทำให้ฟิล์มยืดตัวได้ดีขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้ความเข้มข้นของกลีเซอรอลที่เหมาะสมเท่านั้นจึงจะทำให้ฟิล์มมีความแข็งแรงจนสามารถขึ้นรูปได้ในขณะที่ต้องมีความยืดหยุ่นเพียงพอที่จะลอกออกจากแม่แบบ โดยเมื่อใช้สารละลายฟิล์มที่มีองค์ประกอบเป็นแป้งเม็ดทุเรียนที่ความเข้มข้นที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กลีเซอรอลที่ทำหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของแป้งเม็ดทุเรียน และกรดซิตริกที่ทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมขวางพอลิเมอร์ของแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของแป้งเม็ดทุเรียนจะให้ผลิตภัณฑ์เป็นฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีสมบัติกีดกันความชื้นดีกว่าฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง โดยมีค่าการแพร่ผ่านไอน้ำ (WVP) น้อยกว่าประมาณร้อยละ 30 และมีค่า WVP ไม่แตกต่างจากของฟิล์มแป้งข้าวโพด ($P>0.05$) และมีความยืดหยุ่นสูง ให้ค่าการยืดตัว (E) มากกว่าของฟิล์มแป้งข้าวโพดและแป้งมัน

สำปะหลังประมาณร้อยละ 62 และ 44 ตามลำดับ เนื่องจากสมบัติทั้งสองนี้มีความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้ฟิล์ม ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน (DSS films) มีความเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานเป็นฟิล์มบรรจุภัณฑ์ทางอาหารดีกว่าฟิล์มแป้งข้าวโพดและฟิล์มแป้งมัน

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบสมบัติของฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนกับฟิล์มพอลิเมอร์สังเคราะห์ ได้แก่ ฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) และฟิลืมพอลิเอทิลีน (PE) ก็ยังมีความแตกต่างอยู่ค่อนข้างมาก ดังนั้นเพื่อปรับปรุงสมบัติดังกล่าวในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน โดยการเตรียมเป็นฟิล์มคอมโพไซต์ (composite films) ที่ประกอบด้วยส่วนผสมของแป้งเม็ดทุเรียนกับโพลิเมอร์ชีวภาพชนิดอื่น ได้แก่ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เจลาติน คาราจีแนน และเพคติน ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันไป แต่ที่น่าสนใจคือการเติม CMC ลงในฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนจะทำให้ฟิล์มมีสมบัติการกีดกันความชื้นดีขึ้น โดยสามารถลดค่า WVP ลงมากกว่าร้อยละ 27 ในขณะที่ทำให้ฟิล์มมีค่า E เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 27 เช่นกัน โดยที่ไม่มีผลกระทบกับความแข็งแรงของฟิล์ม ให้ค่าการต้านการดึงขาด (TS) ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับโครงสร้างจุลภาคของฟิล์ม ที่พื้นผิวของฟิล์ม CMC-DSS มีความผิดปกติและมีการจัดตัวที่เป็นระเบียบน้อยกว่าฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน นอกจากนั้นฟิล์ม CMC-DSS มีลักษณะที่ปรากฏไม่แตกต่างกับฟิล์ม DSS โดยไม่มีความแตกต่างของค่าความโปร่งแสงและการละลายได้ของฟิล์ม

นอกจากนั้นเมื่อนำแป้งเม็ดทุเรียนมาเตรียมแคปซูลยาแบบแข็ง โดยใช้สูตรเดียวกับที่เตรียมฟิล์มแต่ใช้ความเข้มข้นของแป้งเป็นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยอาศัยเทคนิคง่าย ๆ โดยการชุบเคลือบ (dip coating technique) พบว่าให้แคปซูลที่มีความใส (clear) ให้พื้นผิวเรียบ (smooth surface) และยืดหยุ่น (flexible) แคปซูลแป้งเม็ดทุเรียนไม่ละลายหมดอย่างสมบูรณ์ในน้ำและในสารละลายกรด HCl ที่มีพีเอช 1.2 ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 10 นาที กล่าวโดยสรุปได้ว่าถ้าปรับปรุงให้สามารถขึ้นรูปได้ดีขึ้นก็จะทำให้แคปซูลแป้งเม็ดทุเรียนเป็นอีกหนึ่งความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยาเพื่อทดแทนการใช้เจลาตินหรือโปรตีนจากสัตว์ในการผลิตแคปซูลยาแบบแข็งทางการค้า