บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาฟิล์มพลาสมาโปรตีนจากเลือดสุกร พบว่าสามารถเตรียมฟิล์มที่มีลักษณะใสและไม่มีกลิ่น เมื่อใช้พลาสมาโปรตีนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 และพลาสติไซเซอร์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสมบัติของฟิล์ม โดยฟิล์มที่ใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติไซเซอร์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20-60 โดยน้ำหนักพลาสมาโปรตีน สามารถขึ้นรูปได้ดี ให้ฟิล์มที่มีความโปร่งแสง มีความแข็งแรงและสามารถยืดตัวได้ดี และเนื่องจากกลีเซอรอลมีสมบัติที่ชอบน้ำ การเพิ่มความเข้มข้นจึงส่งผลให้ฟิล์มมีการยืดตัวได้ดีขึ้น แต่มีความแข็งแรงและสมบัติการกีดกันไอน้ำลดลง ในขณะที่เมื่อใช้ซอร์บิทอลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20-60 โดยน้ำหนักพลาสมาโปรตีน ฟิล์มจะมีการยืดตัวต่ำ ทำให้ฟิล์มเปราะและแตกได้ง่าย ส่งผลให้การซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มต่ำกว่าการใช้กลีเซอรอลที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน และเมื่อใช้พอลิเอทิลีนไกลคอล 400 ในระดับความเข้มข้นร้อยละ 20-60 ไม่เหมาะสมต่อการใช้เป็นพลาสติไซเซอร์ในฟิล์มพลาสมาโปรตีน ทำให้ไม่สามารถลอกออกมาเป็นแผ่นฟิล์มได้ เมื่อใช้ปริมาณมากขึ้นจะเกิดผลึกบนแผ่นฟิล์ม

ฟิล์มที่ใช้กลีเซอรอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 จะให้สมบัติของฟิล์มเหมาะสมที่สุด โดยมีการต้านทานแรงดึงขาดเท่ากับ 21.10 กิโลกรัม/มิลลิเมตร^2 ค่าการยืดตัวร้อยละ 39.75 และค่าการซึมผ่านไอน้ำเท่ากับ 6.33 จึงนำมาใช้ร่วมกับซอร์บิทอลและพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10-30 โดยน้ำหนักพลาสมาโปรตีน การใช้กลีเซอรอลร่วมกับซอร์บิทอล ฟิล์มจะมีค่าการต้านทานแรงดึงขาดลดลง ในขณะที่เมื่อใช้ซอร์บิทอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 ฟิล์มจะมีการยืดตัวเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 31.87 และมีการซึมผ่านไอน้ำลดลงร้อยละ 10.93 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กลีเซอรอลเพียงอย่างเดียว ในขณะที่การใช้กลีเซอรอลร่วมกับร่วมกับพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 จะให้ฟิล์มที่มีการยืดตัวเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีสมบัติการกีดกันไอน้ำดีขึ้นด้วย โดยเฉพาะการใช้ร่วมกับพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ฟิล์มสามารถยืดตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.98 และมีการซึมผ่านไอน้ำลดลงร้อยละ 40.00 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กลีเซอรอลเพียงอย่างเดียว ดังนั้นที่สภาวะนี้จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด จึงใช้เป็นสภาวะสำหรับปรับปรุงสมบัติของฟิล์มต่อไป

การปรับปรุงฟิล์มโดยเตรียมเป็นฟิล์มโปรตีน-พอลิแซคคาไรด์ โดยใช้พอลิแซคคาไรด์ (คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส, เพคติน และคาราจิแนน) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2-8 โดยน้ำหนักพลาสมาโปรตีน พบว่าฟิล์มที่เติมเพคตินที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 จะช่วยปรับปรุงสมบัติของฟิล์มดี

ที่สุด โดยฟิล์มมีค่าการต้านทานแรงดึงขาดและการยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นร้อยละ 40.23 และ 12.55 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มที่ไม่ได้เติมเพคติน แต่การเติมเพคตินกลับทำให้ฟิล์มมีความโปร่งแสงลดลง และถึงแม้การเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและคาราจิแนนช่วยปรับปรุงให้ฟิล์มแข็งแรงขึ้น แต่ไม่สามารถช่วยให้ฟิล์มมีความยืดหยุ่นดีขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้พอลิแซคคาไรด์ทั้ง 3 ชนิด ไม่ช่วยปรับปรุงสมบัติการกีดกันไอน้ำของฟิล์มให้ดีขึ้นได้

ในขณะที่การปรับปรุงสมบัติของฟิล์มโดยเตรียมเป็นฟิล์มโปรตีน-ลิปิดอิมัลชัน โดยใช้กรดลอริคและทวีน 80 ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2-8 โดยน้ำหนักพลาสมาโปรตีน ทำให้ฟิล์มมีค่าการต้านทานแรงดึงขาดลดลง ในขณะที่มีการยืดตัวเพิ่มขึ้น โดยฟิล์มที่เติมทวีน 80 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ช่วยปรับปรุงสมบัติการยืดตัวของฟิล์มเพิ่มขึ้นร้อยละ 58.75 เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มที่ไม่ได้เติมทวีน 80 และสามารถยืดหยุ่นได้ดีกว่าการใช้กรดลอริคที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน อย่างไรก็ตามทั้งกรดลอริคและทวีน 80 ต่างก็ไม่มีผลช่วยปรับปรุงสมบัติการกีดกันไอน้ำของฟิล์มให้ดีขึ้น และยังทำให้ฟิล์มมีความโปร่งแสงลดลง

อย่างไรก็ตามฟิล์มพลาสมาโปรตีนที่ผ่านการปรับปรุงทั้งที่เตรียมเป็นฟิล์มโปรตีน-พอลิแซคคาไรด์ และฟิล์มโปรตีน-ลิปิดอิมัลชัน มีความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และการกีดกันไอน้ำปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ที่เป็นฟิล์มพอลิเมอร์สังเคราะห์ พบว่าฟิล์มที่เติมเพคตินและทวีน 80 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีค่าการยืดตัวน้อยกว่าฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ถึง 1.06 และ 1.00 เท่า และมีการซึมผ่านไอน้ำมากกว่าฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ 13.59 และ 11.58 เท่า ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองประการมีความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้งานในการห่อหุ้มอาหาร การนำไปประยุกต์ใช้งานในทางการค้า จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อเนื่องให้ได้ฟิล์มที่มีสมบัติใกล้เคียงกับฟิล์มพอลิเมอร์สังเคราะห์มากขึ้น

เมื่อนำฟิล์มพลาสมาโปรตีนที่ผ่านการปรับปรุงมาประยุกต์ใช้ในการห่อหุ้มขนมเค้ก พบว่าขนมเค้กที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสมาโปรตีนทั้ง 3 ชนิด มีความแข็งน้อยกว่าขนมเค้กที่ไม่ได้ห่อหุ้ม แต่มีความแข็งมากกว่าขนมเค้กที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ตลอดระยะเวลาการเก็บ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ขนมเค้กที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสมาโปรตีนที่เติมเพคตินที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีความนุ่มมากกว่าขนมเค้กที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสมาโปรตีนชนิดอื่น โดยฟิล์มพลาสมาโปรตีนที่เติมเพคตินที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถลดความแข็งของขนมเค้กในระหว่างการเก็บรักษาได้มากกว่าขนมเค้กที่ไม่ได้ห่อหุ้มถึงร้อยละ 15.64-20.78 แต่ไม่มีความแตกต่างของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในขนมเค้กทุกชนิด

เมื่อตรวจวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมเค้กที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน พบว่าขนมเค้กที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสมาโปรตีนมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราน้อยกว่าขนมเค้กที่ไม่ได้ห่อหุ้มและขนมเค้กที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ เนื่องมาจากฟิล์มพลาสมาโปรตีนช่วยให้สภาวะภายในบรรจุภัณฑ์ของขนมเค้กมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์น้อยกว่า ส่งผลให้ฟิล์มที่ใช้เพคตินที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราน้อยกว่าขนมเค้กที่ไม่ได้ห่อหุ้มร้อยละ 35.42 และ 86.33 ตามลำดับ และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราน้อยกว่าขนมเค้กที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ร้อยละ 28.20 และ 79.85 ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้ในการใช้ฟิล์มพลาสมาโปรตีนเพื่อห่อหุ้มขนมเค้ก ถึงแม้ว่าฟิล์มพลาสมาโปรตีนที่ได้จะมีสมบัติทางกลและสมบัติการกีดกันไอน้ำต่ำกว่าฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ แต่ฟิล์มพลาสมาโปรตีนมีความแข็งแรงยืดหยุ่นได้ในระดับที่สามารถพับงอได้โดยไม่มีการแตกหัก และยังสามารถเก็บรักษาขนมเค้กให้มีคุณภาพทางจุลินทรีย์ที่ดีกว่าการใช้ฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ อีกทั้งฟิล์มพลาสมาโปรตีนสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ จึงช่วยลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมจากการสะสมของขยะประเภทพลาสติก