บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

6.1.1 แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้จากมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้ามีลักษณะเป็นเม็ดยาวรี และมีวงแหวนเป็นชั้น ๆ คล้ายลายในเปลือกหอย เห็น birefringence เมื่อดูด้วยกล้อง Differential Interference Contrast ซึ่งแสดงถึงการจัดโครงสร้างภายในโมเลกุลของเม็ดแป้งที่เป็นระเบียบ ขนาดของเม็ดแป้งอยู่ในช่วง 19 - 35 μ

6.1.2 แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้มีอุณหภูมิแป้งสุก(gelatinization temperature) 66 - 68 °ซ ซึ่งสูงกว่าแป้งมันฝรั่งต่างประเทศที่มีอุณหภูมิแป้งสุก 60 - 62 °ซ แป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้มีการพองตัวของเม็ดแป้งต่ำกว่าแป้งมันฝรั่งต่างประเทศ มีเสถียรภาพของความหนืดในช่วง heating cycle สูง และสามารถเกิด retrogradation ได้สูงกว่าแป้งมันฝรั่งต่างประเทศ

6.1.3 การทำ cross - linking แป้งมันฝรั่งด้วยโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตที่สภาวะสารละลายแป้งที่มีความเข้มข้นร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งแห้ง pH 11 พบว่า อุณหภูมิ (40 $\pm$2 °ซ และ 50 $\pm$2 °ซ) เวลา (4 และ 6 ชั่วโมง) และความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟต (ร้อยละ 0.20 และ 0.30) มีผลต่อปฏิกิริยา cross-linking ของแป้งมันฝรั่ง เมื่ออุณหภูมิ เวลา และความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยา cross-linking ก็จะสูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิแป้งสุกของแป้งมันฝรั่งแปรสภาพสูงขึ้น ส่วนที่สภาวะอุณหภูมิ 40 $\pm$ 2 °ซ ถ้าใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตต่ำ (ร้อยละ 0.20) จะได้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่มีความหนืดของ paste เพิ่มขึ้นโดยไม่มีการลดลงในช่วง heating cycle และสูงกว่าแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ ส่วนที่สภาวะอุณหภูมิ 50 $\pm$ 2 °ซ ถ้าใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตสูง (ร้อยละ 0.30) จะได้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่มีความหนืดของ paste ต่ำในช่วง heating cycle และต่ำกว่าแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้

6.1.4 สำหรับปัจจัยร่วมพบว่า ถ้าอุณหภูมิ กับ ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟต อุณหภูมิ กับ เวลา เวลา กับ ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยา cross-linking จะให้ผลในทิศทางที่เสริมกันในทำนองเดียวกัน

6.1.5 เมื่ออุณหภูมิ เวลา และความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตที่ใช้ในปฏิกิริยา cross-linking สูงขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสในแป้งมันฝรั่งแปรสภาพจะเพิ่มขึ้น และ

ระดับการแทนที่ของกลุ่มฟอสเฟตในแป้งแปรสภาพจะสูงขึ้นด้วย ระดับการแทนที่ที่นำไปทดแทนแป้งถั่วเขียวในการทำวุ้นเส้นคือ ที่ระดับ 1 cross-linked ต่อ 2441 AGU และระดับการแทนที่ที่สามารถทนต่อแรงปะทะที่รุนแรง(strong shear)ของเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ในกระบวนการผลิต caramel fudge topping คือ ที่ระดับ 1 cross-linked ต่อ 2441 AGU และ 1 cross-linked ต่อ 3753 AGU

6.1.6 แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ระดับการ cross-linking ที่สภาวะการใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ 50 $\pm$ 2 °ซ และเวลา 6 ชั่วโมง และที่สภาวะความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 $\pm$ 2 °ซ และเวลา 4 ชั่วโมง มีความสามารถในการพองตัว และลักษณะกราฟของความหนืดวัดด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph ใกล้เคียงกับของแป้งถั่วเขียวมากที่สุด

6.1.7 ในการใช้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพเป็นสารให้เกิดความคงตัวใน caramel fudge topping แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.20 อุณหภูมิ 50 $\pm$ 2 °ซ เวลา 6 ชั่วโมง และความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 $\pm$ 2 °ซ เวลา 4 ชั่วโมง ในปริมาณที่ใช้ร้อยละ 2.1 ทำให้ caramel fudge topping ที่ได้มีคุณภาพในด้านความหนืด และมีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับเช่นเดียวกับ caramel fudge topping ที่ใช้แป้ง Purity 4 เป็นสารให้เกิดความคงตัว แสดงว่าเม็ดแป้งมันฝรั่งแปรสภาพดังกล่าวนอกจากจะมีเสถียรภาพของความหนืดต่อความร้อนสูง ยังสามารถทนแรงปะทะที่รุนแรงของเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ในกระบวนการผลิตได้ด้วย

6.1.8 วุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ในอัตราส่วน 70:30 จะมีการคืนตัวหลังผ่านการลวกในน้ำเดือดนาน 9 นาที ต่ำกว่าวุ้นเส้นที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งต่างประเทศ ในอัตราส่วน 70:30

6.1.9 ในการนำแป้งมันฝรั่งแปรสภาพมาใช้ทดแทนแป้งถั่วเขียวในการผลิตวุ้นเส้น พบว่าสามารถใช้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่สภาวะความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 $\pm$ 2 °ซ เวลา 4 ชั่วโมง ได้ร้อยละ 52 วุ้นเส้นที่ได้มีการคืนตัว ปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียไปในระหว่างการหุงต้ม และลักษณะเส้นใกล้เคียงกับวุ้นเส้นเกรดเอที่ทำจากแป้งถั่วเขียวผสมแป้งมันฝรั่งต่างประเทศในอัตราส่วน 90:10

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลงานวิจัยนี้พบว่าแป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่ได้มีระดับ cross-linking ทั้งที่ระดับต่ำและระดับสูง โดยแต่ละระดับ cross-linking จะให้ลักษณะกราฟของความหนืดแตกต่างไปจากแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้ (native starch) เช่นที่ระดับ cross-linking ที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรเมตต้าฟอสเฟตร้อยละ 0.30 อุณหภูมิ 50 $\pm$ 2 °ซ เวลา 4 ชั่วโมง สามารถนำไปทดแทนแป้งถั่วเขียวในการทำวุ้นเส้น และใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดความคงตัวใน caramel fudge topping ซึ่งระดับ cross-linking ดังกล่าวนี้จะให้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพที่มีความหนืดและการพองตัวใกล้เคียงกับของแป้งถั่วเขียว มีเสถียรภาพของความหนืดที่ทนต่อความร้อน และแรงปะทะที่รุนแรงของเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ในกระบวนการผลิต caramel fudge topping ได้ ดังนั้นจึงควรจะมีการศึกษาวิจัยต่อไป เพื่อขยายการใช้แป้งมันฝรั่งแปรสภาพนี้ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น อาหารกระป๋องที่มี pH สูงกว่า 4.5 ซึ่งในกระบวนการผลิตจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้อาหารปลอดเชื้อ (sterilization) หรือใช้ในผลิตภัณฑ์ pie filling ซึ่งแป้งที่ใช้จะต้องมีเสถียรภาพของความหนืดที่ทนต่อความร้อน ความเป็นกรดจากผลไม้ที่ผสมใน pie filling และทนต่ออุณหภูมิต่ำ (< 5 °ซ) โดยไม่เกิดการแยกชั้นของน้ำ (syneresis) ในระหว่างเก็บ