

วิจารณ์ผล

เมื่อนำแป้งผสมทั้งสี่สูตรไปหาคุณสมบัติความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง Barbender พบว่า แป้งที่ให้ความหนืดสูงสุดได้แก่แป้งผสมสูตรที่ 1 รองลงมาได้แก่แป้งผสมสูตรที่ 3, 4 และแป้งผสมสูตรที่ 2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากจุดเริ่มต้น แป้งผสมทั้งสี่สูตร เริ่มเป็นเจลที่อุณหภูมิประมาณ 67.7 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะแป้งผสมเมื่อได้รับน้ำและความร้อนแล้ว เม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวขยายขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อเม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ขึ้นในขณะที่พื้นที่ของถ้วยทดสอบมีจำกัด เมล็ดแป้งจะเคลื่อนไหวได้ยากมากขึ้น เม็ดแป้งที่ดูดน้ำเข้าไปในโมเลกุลเกิดการพองตัวขยายขนาด ทำให้เกิดความหนืดขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นประมาณ 95 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวเต็มที่ ให้ค่าความหนืดสูงสุด (กลั๊นรงค์ และ เกื้อกุล, 2546) การที่แป้งสูตรที่ 1 มีค่าความหนืดสูงสุดอาจเนื่องมาจาก ในส่วนผสมมีปริมาณแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียวอยู่มาก ซึ่งแป้งดังกล่าวมี peak viscosity ที่ค่อนข้างสูง (Newport Scientific Pty, Ltd., 1995)

ส่วนแป้งผสมสูตรที่ 4 มีค่าความหนืดสูงสุดต่ำกว่าแป้งผสมสูตรอื่นๆ เนื่องจากในสูตรดังกล่าวมีปริมาณแป้งมันสำปะหลังน้อยกว่าแป้งผสมสูตรอื่นๆ กล่าวคือมีเพียงประมาณ 5 ส่วน ขณะที่สูตรอื่นๆ มีประมาณ 6-6.5 ส่วน ความแตกต่างทำให้เห็นว่าแป้งมันสำปะหลังมีบทบาทมากต่อความหนืดของแป้งผสม มากกว่าแป้งชนิดอื่นๆ ที่ผสมลงไป แม้ว่าปริมาณแป้งท้าวและแป้งข้าวเหนียวจะสูงก็ตาม ค่าความหนืดสูงสุดที่น่าสนใจมากที่สุดเป็นแป้งผสมสูตรที่ 3 เมื่อลดปริมาณแป้งท้าวลง พบว่าความหนืดลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ว่าแป้งคุณสมบัติของแป้งท้าวมีความหนืดน้อยกว่าแป้งอื่นๆ แต่เมื่อดูการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งผสมสูตรที่ 3 แล้วพบว่า แม้ว่าจะมีค่าความหนืดไม่สูงสุดแต่ค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส กลับมีค่าความหนืดสูงกว่าแป้งผสมชนิดอื่น แม้ว่าจะผ่านการกวนอย่างต่อเนื่อง ทำให้โครงสร้างภายในแตกออก ทำให้มีความหนืดลงมา ขณะที่แป้งผสมสูตรที่ 4 จะมีค่ารองลงมา ตามด้วยแป้งผสมสูตรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จากข้อมูลพบว่าแป้งท้าว และแป้งข้าวเหนียวไม่ค่อยมีผลต่อความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส แต่กลับเป็นส่วนสำคัญของแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียวเป็นหลัก

เมื่อลดอุณหภูมิลงมาที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นสภาพที่แป้งเกิดการรีโทรเกรเดชัน ความหนืดของแป้งจะเพิ่มสูงขึ้นอีก เป็นความหนืดที่เกิดจากการเรียงตัวกันใหม่ของโมเลกุลอะมัยโลสที่หลุดออกจากแป้ง (Sander, 1996) พบว่าแป้งผสมสูตรที่ 3 ยังให้ค่าความหนืดสูงกว่าแป้งผสมชนิดอื่นๆ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเกิดการรีโทรเกรเดชัน ของแป้งผสมสูตรที่ 3 ซึ่งดีกว่าแป้งผสมสูตรอื่นๆ

เมื่อนำแป้งผสมทั้ง 4 สูตรไปใส่ในกรวยเพื่อตึง (feed) แบ่งเข้าไปในกระบอกฉีด พบว่า แป้งทั้งสี่สูตร สามารถถูกหลอมออกมาเป็นแป้งเจลที่สมบูรณ์ได้ เนื่องจากการศึกษาในการทดลองที่ 1 ทำให้เราทราบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้แป้งเกิดเจลได้สมบูรณ์ที่สุด เจลที่ได้มีลักษณะใส เป็นเส้นกลมต่อเนื่องเมื่อผ่านหัวฉีดออกมา จากนั้นเมื่อนำไปฉีดเข้าแม่พิมพ์รูปถาดขนาด 4x4 นิ้ว หน้า 3 นิ้ว ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส พบว่าแป้งผสมทุกสูตรสามารถฉีดขึ้นรูปถาดได้ แต่มีความแตกต่างกัน แป้งผสมสูตรที่ 3 และ 4 จะได้ถาดค่อนข้างสมบูรณ์มากที่สุดผิวของถาดสม่ำเสมอ ขณะที่แป้งผสมสูตรที่ 1 และ 2 ได้ถาดที่มีความหนาแน่นมาก ผิวของถาดไม่สม่ำเสมอเป็นหลุม ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณแป้งที่เกิดเจลแล้วประมาณ 15 กรัม นั้นมีปริมาณที่มากเกินไป อาจต้องมีการลดปริมาณแป้งลงเมื่อต้องการใช้แป้งผสมสูตรที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นการดีในการประหยัดปริมาณแป้งที่ใช้ในการขึ้นรูปภาชนะต่อไป ซึ่งถ้าหากลดปริมาณแป้งลงอาจทำให้การขึ้นรูปภาชนะของแป้งผสมสูตรที่ 3 และ 4 อาจไม่สมบูรณ์ ได้

เมื่อทำการทดสอบการกด (compression) พบว่า แป้งสูตรที่ 2 มีค่าแรงกดสูงที่สุดประมาณ 29.31 กิโลกรัม รองลงมาได้แก่แป้งผสมสูตรที่ 1 ประมาณ 27.9 กิโลกรัม ขณะที่แป้งผสมสูตรที่ 3 และ 4 มีค่าแรงกดประมาณ 19.03 และ 14.78 ตามลำดับ ในขณะที่ฉีดแป้งผสมแม่พิมพ์ปริมาณแป้งประมาณ 15 กรัมเท่ากันแต่แป้งผสมสูตรที่ 1 และ 2 กลับมีความแข็งแรงกว่า อาจเนื่องมาจากแป้งสูตรที่ 1 มีความหนืดสูงมีการพองตัวที่ดีสามารถพองตัวได้เต็มถาด แต่ปริมาณที่ฉีดเข้าไปมีปริมาณที่มากทำให้มีความหนาแน่นมากกว่า ขณะที่แป้งผสมสูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณที่พอเหมาะกับการฉีดจึงสามารถขึ้นได้เหมาะสม

งามทิพย์ และ สายสนม (2540) ได้รายงานว่าได้ทำเครื่องต้นแบบพร้อมแม่พิมพ์สำหรับการขึ้นรูปภาชนะบรรจุ จากแป้งมันสำปะหลัง และเพื่อพัฒนาสูตรแป้งที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปโดยวิธีอัดร้อน เครื่องขึ้นรูปต้นแบบ ทำงานโดยระบบไฮดรอลิก มีแม่พิมพ์พร้อมแผ่นความร้อนฝังในแม่พิมพ์ ปรับอุณหภูมิได้สูงถึง 300 องศาเซลเซียสสามารถปรับเวลาได้เป็นหน่วยวินาที แม่พิมพ์ที่ออกแบบไว้เป็นทรงถ้วยกลมขนาดมิติภายนอก มีเส้นผ่าศูนย์กลางด้านบน 11.5 เซนติเมตร ด้านล่าง 6.5 เซนติเมตร มีความสูง 5 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมีย 3 มิลลิเมตร มีช่องระบายอากาศขนาด 3 มิลลิเมตร ทั้งหมด 8 ช่องทาง เมื่อทำการขึ้นแป้งผสมสูตรต่าง ๆ ทั้งหมด 18 สูตร พบว่ามี 3 สูตรที่เหมาะสมกับแม่พิมพ์ดังกล่าว โดยสามารถขึ้นรูปโดยใช้อุณหภูมิแม่พิมพ์ตัวผู้ 180 องศาเซลเซียส แม่พิมพ์ตัวเมียมีอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการขึ้นรูปทั้งหมดประมาณ 2 นาที สมบัติของภาชนะของแป้งทั้งสามสูตร มีความหนาแน่นในช่วง 0.15 -0.176 กรัม/ ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่า Tensile impact

energy อยู่ในช่วง 0.01-0.03 จูล ความต้านทานการซึมผ่านของไขมันมีค่ามากกว่า 1800 วินาที ภาชนะที่ได้ยังไม่ทนทานน้ำ ซึ่งต้องปรับปรุงต่อไป

วงศ์ผกา และ ปาริชาติ (2542) รายงานว่า นำเยื่อผักตบชวามาขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ เพื่อใช้แทนวัสดุสังเคราะห์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน จึงได้มีความคิดริเริ่มในการลองนำเยื่อผักตบชวามาขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์รูปถาดผลไม้ โดยขั้นแรกเริ่มจากการศึกษาสัดส่วนของตัวประสาน (แป้งมันสำปะหลังรวมกับน้ำ) ที่ทำให้เกิดการหดตัวน้อยที่สุดคือ 30% ของน้ำหนักเยื่อ จากนั้นก็ทำการสร้างแม่พิมพ์รูปถาดผลไม้ขึ้นมา โดยใช้พลาสติก ABS ในการทำแม่พิมพ์ และได้ทำการทดลองนำเยื่อผักตบชวามาขึ้นรูปเป็นถาดผลไม้ แล้วทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติถาดผลไม้ที่ขึ้นรูปจากการใช้อัตราส่วนระหว่างแป้งต่อน้ำของตัวประสานต่างๆกัน ซึ่งจากการทดลองพบว่า อัตราส่วนระหว่างแป้งต่อน้ำของตัวประสานที่ทำให้ถาดผลไม้เกิดการหดตัวน้อยที่สุด และมีความแข็งแรงมากที่สุดคือแป้ง:น้ำเท่ากับ 1:1 หลังจากนั้นก็เป็นทำการทดสอบเนื้อเยื่อผักตบชวา เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุอื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติที่ทดสอบคือ ความต้านทานแรงทิ่มทะลุ (puncture test) และการทดสอบการดัด 3 points bending test ผลการทดลองที่ได้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผ่นเยื่อผักตบชวาที่ไม่ได้ผสมตัวประสานมีคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงทิ่มทะลุและแรงที่ใช้ในการดัดแบบ 3 point bending ต่ำสุด ส่วนกระดาษลูกฟูกจะมีคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงทิ่มทะลุและแรงที่ใช้ในการดัดแบบ 3 point bending สูงสุด

สินชัย (2543) รายงานว่าการผลิตต้นแบบภาชนะบรรจุอาหารจากเยื่อตะไคร้หอม มีการเตรียมเยื่อตะไคร้หอมโดยการนำตะไคร้หอมมาต้มกับสารละลายโซดาไฟร้อยละ 1 โดยน้ำหนักเป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง เพื่อสกัดเอาเยื่อออกมา แล้วนำเยื่อที่ได้ไปผสมกับแป้งเปียก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง:น้ำ เป็น 1:1 ที่อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส) เพื่อเป็นตัวประสานเยื่อ ในปริมาณ ร้อยละ 30 ของน้ำหนักเยื่อ โดยมีการใช้พลาสติกไซเซออร์ร้อยละ 5 ของน้ำหนักทั้งหมด เป็นส่วนผสมกับไม่ใช้พลาสติกไซเซออร์เป็นส่วนผสมเพื่อทำการเปรียบเทียบ นวดส่วนผสมที่ได้จนเข้ากันได้ดีจนมีลักษณะเป็นโด แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นภาชนะด้วยแม่พิมพ์อะลูมิเนียมที่ทำน้ำมันพืชไว้ ให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์ก่อนหรือหลังทำการอัดด้วยเครื่องอัดแบบ Pneumatic และ Heater ที่ความร้อนระดับ 2(90 องศาเซลเซียส, เปิด 1 ชั่วโมง) และ 3(150 องศาเซลเซียส, เปิด 1 ชั่วโมง) การทดลองขึ้นรูปถาดเยื่อตะไคร้หอม พบว่าการใช้พลาสติกไซเซออร์ร้อยละ 5 ของน้ำหนักทั้งหมดเป็นส่วนผสม ขึ้นรูปเป็นภาชนะโดยให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์หลังทำการอัด ที่ความดัน 2 bar ให้ความร้อนระดับ 3 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เป็นถาดที่สมบูรณ์ที่สุด แล้วนำถาดที่ได้ไปทดสอบแรงดัด 3 point bending แรงเจาะทะลุ puncture test โดยทำการเปรียบเทียบกับถาดโฟมที่มีพื้นที่และความหนาเดียวกัน ผลที่ได้คือถาดเยื่อตะไคร้หอมสามารถรับแรงดัด maximum strength และแรงเจาะทะลุ ได้มากกว่าภาชนะโฟม แต่มีระยะเวลาเสีรูปที่ load

สูงสุด (deformation maximum load) น้อยกว่าภาชนะโฟม และผลจากการเปรียบเทียบการซึมผ่านของไขมันและน้ำ คือ น้ำมันพืชสามารถซึมผ่านถาดเยื่อตะไคร้หอมได้เร็วกว่า

วรภัทร (2544) สามารถขึ้นรูปภาชนะที่ลักษณะเป็นถาดคล้ายโฟมจากแป้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบรรจุผักผลไม้สดที่ตัดแต่งพร้อมบริโภค การทดสอบคุณสมบัติของภาชนะ โดยภาชนะถาดบรรจุที่ทำจากแป้งมันผสมกับแป้งข้าวเหนียว ในอัตราส่วน 80:20 มีสามารถทนทานต่อน้ำเย็นและน้ำร้อนได้นาน 3.51 และ 3.22 ชั่วโมงตามลำดับ แป้งมันมันผสมกับแป้งถั่วเขียว ในอัตราส่วน 90:10 มีสามารถทนทานต่อน้ำเย็นและน้ำร้อนได้นาน 3.21 และ 4.13 ชั่วโมงตามลำดับ และแป้งมันผสมกับแป้งท้าวยายม่อม ในอัตราส่วน 80:20 มีสามารถทนทานต่อน้ำเย็นและน้ำร้อนได้นาน 4.21 และ 4.24 ชั่วโมงตามลำดับ

วรภัทร (2545) ได้รายงานว่ สามารถขึ้นรูปถาดโฟมจากแป้ง ซึ่งได้จาก แป้งมันสำปะหลังเป็นหลักผสมกับแป้ง ท้าวในอัตราส่วน 80:20 แป้งข้าวเหนียว 80:20 และแป้งถั่วเขียว 90:10 ตามลำดับ มีค่าต้านทานแรงกดทับ (Compression resistance of shipping container, Component and Unit load, ASTM D 642-00) มากกว่าถาดโฟมที่ทำมาจาก expanded polystyrene (EPS) ประมาณ 3 เท่า เมื่อทดสอบการใช้งานกับผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่ายังมีอายุการใช้งานสั้น ต้องปรับปรุงให้มีคุณสมบัติการซึมของน้ำและความชื้น

นอกจากนี้ในต่างประเทศก็ได้ศึกษาแนวทางการนำแป้งมาใช้ประโยชน์เช่นกัน Lacourse (1991a) ทำการศึกษาถึงวัตถุดิบที่ใช้ทำภาชนะบรรจุที่ย่อยสลายได้ทางธรรมชาติโดยใช้แป้งที่มีอะมัยโลสร้อยละ 45 โดยน้ำหนัก พบว่าให้ชิ้นงานที่มีความหนาแน่นต่ำ สามารถขึ้นรูปได้ดีและทนต่อแรงอัดได้สูง โดยนำวัตถุดิบที่มีความชื้นร้อยละ 21 หรือน้อยกว่านี้มาทำการขึ้นรูปด้วยวิธีการ Extrude ใช้อุณหภูมิ 150 - 250 องศาเซลเซียส Lacourse (1991b) ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้แป้งที่มีปริมาณอะมัยโลสร้อยละ 45 เหมือนเดิม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความหนาแน่น 2.0 lb/ft³ สามารถขึ้นรูปได้ร้อยละ 50 และรับแรงอัดได้ถึง 100 - 800 g/cm³ Altieri (1992) ศึกษาลักษณะรูปร่างและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ โดยใช้แป้งที่มีอะมัยโลสร้อยละ 40 แล้วมีการเติมเกลือของสารประกอบอนินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีความเข้มข้นที่ร้อยละ 2 พบว่าให้ลักษณะการขึ้นรูปที่ดี และทนต่อแรงอัดได้ดีโดยมีความหนาแน่น 2.0 lb/ft³ สามารถขึ้นรูปได้ร้อยละ 50 และทนต่อแรงอัดได้ 100 - 800 g/cm³ เช่นกัน