บทที่ 2 ทฤษฎี

2.1 การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

ก๋วยเตี๋ยวที่จำหน่ายในท้องตลาดมีหลายชนิด ซึ่งอาจแบ่งตามขนาดของเส้นเป็นเส้นเล็ก และเส้นใหญ่ หรือแบ่งตามความชื้น เช่นเส้นเปียกหรือ เส้นสด ซึ่งมีความชื้นปะมาณร้อยละ 60-70 เส้นหมาด ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 40 และเส้นแห้ง หรือเส้นจันทร์ ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 11 – 12 โดยทั่วไปแล้วกรรมวิธีการผลิตก๋วยเตี๋ยวจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ (รูปที่ 2.1)

ก. การล้างทำความสะอาดและแยกตำหนิที่ปนมากับข้าว

วัตถุดิบจะถูกนำมาล้างด้วยน้ำ ซึ่งมีอุปกรณ์ช่วยกวน เพื่อให้ตำหนิลอยขึ้นมาแล้วเก็บทิ้ง ล้างจนข้าวขาวสะอาดหรือน้ำที่ล้างข้าวใส จากนั้นแช่น้ำไว้ให้ข้าวอ่อนตัวเพื่อให้โม่ง่ายขึ้น

ข. การโม่แป้ง

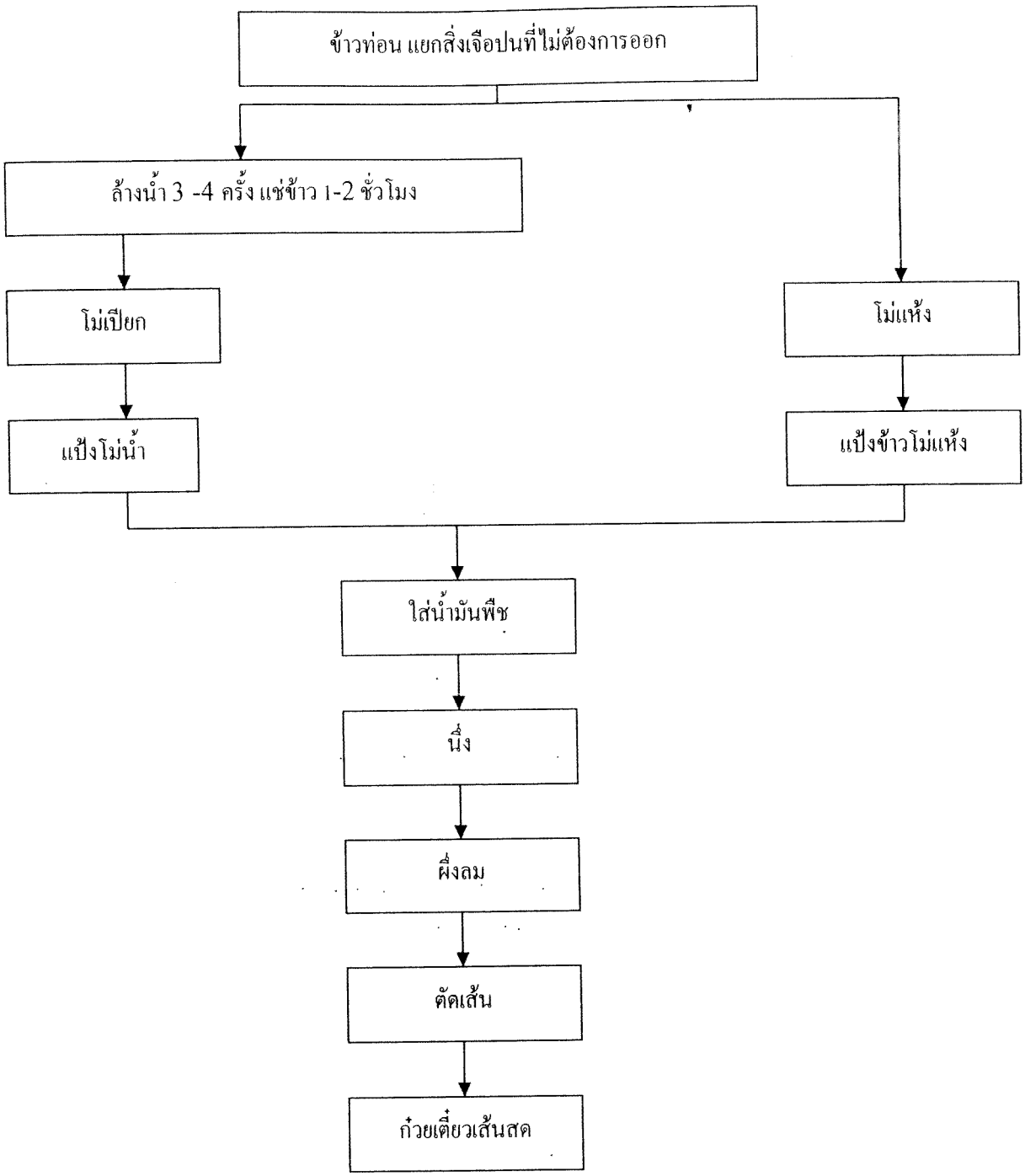
กระบวนการโม่แป้งมี 2 แบบ คือ การโม่เปียกและการโม่แห้ง ทั้ง 2 แบบนี้ จะทำให้แป้งที่ได้มีอนุภาคและความเสียหายของแตกต่างกันจากรายงานของสวนิต อิชยาวณิชย์, มณฑิรา นพรัตน์ และพรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ (2547) พบว่าแป้งข้าวเจ้าที่ได้จากกระบวนการโม่เปียกจะมีอนุภาคใหญ่กว่าแป้งข้าวเจ้าที่ผลิตได้จากการโม่แห้ง ในขณะที่มีความเสียหายของแป้งต่ำกว่า ซึ่งขนาดอนุภาคและความเสียหายของแป้งมีผลต่อการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

ค. การนึ่ง

น้ำแป้งที่ได้จะถูกพักไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้แป้งดูดน้ำเต็มที่ จากนั้นจึงนำมานึ่งบนสายพานที่ทำด้วยแผ่นสแตนเลสหรือผ้าใบ โดยน้ำแป้งจะฉาบอยู่บนสายพานแล้วเคลื่อนผ่านเข้าไปในอุโมงค์ที่มีการให้ความร้อนด้วยไอน้ำ ซึ่งมีความยาวประมาณ 30 ฟุต โดยน้ำแป้งจะใช้เวลาอยู่ในอุโมงค์ประมาณ 3 นาที โดยระหว่างที่แป้งเคลื่อนที่ในอุโมงค์จะมีน้ำมันถั่วลิสงหยดเป็นระยะๆ เพื่อให้เส้นมัน ลื่น ไม่ติดเครื่องนึ่ง

ง. การผึ่งลม

สำหรับเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นสด เมื่อแผ่นก๋วยเตี๋ยวออกจากอุโมงค์นึ่งจะมีสายพานเหล็กซี่ๆ มารับก๋วยเตี๋ยว เพื่อนำไปผึ่งลมโดยใช้พัดลมเป่าให้เส้นเย็นลง จากนั้นจึงนำไปตัดเป็นเส้น ส่วนการทำเส้นหมาดนั้นหลังจากผึ่งลมแล้ว จะนำเส้นมาอบหรือตากเพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณร้อยละ 11 – 12



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

2.2 ฟิล์มหรือสารเคลือบที่บริโภคได้ (edible film/coating)

ฟิล์มหรือสารเคลือบที่บริโภคได้ (edible coating) มีลักษณะเป็นแผ่นเยื่อบางๆ ทำจากวัตถุดิบธรรมชาติ นำมาใช้กับอาหารโดยการห่อหุ้ม (wrapping) การจุ่ม (dipping) การทา (brushing) หรือการฉีดพ่น (spraying) (Gennadios และ Weller, 1990; Gennadios และคณะ, 1993) การนำฟิล์มที่บริโภคได้มาเคลือบอาหารเป็นแนวทางในการรักษาคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร เนื่องจากฟิล์มจะช่วยป้องกันการ

เปลี่ยนแปลงในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏรวมทั้งป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและออกซิเจน (Arvanitoyannis, 1999;Tharanathan, 2003)

ก. การผลิตฟิล์มแป้ง

การผลิตฟิล์มแป้ง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- สารละลายแป้ง

สิ่งสำคัญในการเตรียมสารละลายแป้งคือต้องเตรียมให้มีปริมาณของแข็งที่เหมาะสม กล่าวคือควรมีปริมาณของแข็งอยู่ในช่วง 10-15 % ทั้งนี้เพื่อให้ฟิล์มสามารถขึ้นรูปได้อย่างต่อเนื่องและเกิดความสะดวกในการขึ้นรูป การใช้สารละลายที่มีปริมาณของแข็งต่ำเกินไป (น้อยกว่า 4%) จะทำให้โพลิเมอร์ของแป้งมีการละลายอย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้ยากต่อการเกิดเจลซึ่งทำให้ได้แผ่นฟิล์มที่มีความหนาไม่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามถ้าสารละลายแป้งมีปริมาณของแข็งสูง (มากกว่า 30%) จะทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปฟิล์มได้ เนื่องจากสารละลายจะมีความหนืดมากเกินไป

ปริมาณอะมิโลสในแป้งก็มีผลต่อคุณสมบัติด้านการละลายของแป้งด้วยเช่นกัน การละลายแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูง (มากกว่า 50%) ในน้ำต้องใช้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงมากกว่า 120 องศาเซลเซียสที่ความดันเหนือความดันบรรยากาศ ซึ่งทำได้โดยใช้หม้อนึ่งไอน้ำความดันสูง Bader และ Gortizs (1994) พบว่าอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดในการเตรียมเม็ดแป้งปริมาณอะมิโลสสูง (55%) ให้เกิดการสลายตัวอย่างสมบูรณ์จนกลายเป็นสารเนื้อเดียว (homogeneous solution) คือที่อุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส ซึ่งสภาวะดังกล่าวจะทำให้สารละลายแป้งที่ได้มีความใส อย่างไรก็ตามสภาวะดังกล่าวอาจนำไปสู่การสลายตัวและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของแป้งในน้ำ ซึ่งแนวทางป้องกันสามารถทำโดยให้ความร้อนกับสารละลายอย่างรวดเร็ว เช่น 2.5 องศาเซลเซียสต่อนาที และรักษาสภาวะการละลายภายใต้การป้องกันบรรยากาศไนโตรเจน (Han, 2005)

การละลายแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ สามารถทำได้โดยเติมอะมิเลสลงไป ซึ่งเอนไซม์จะช่วยแยกอะมิโลสออกจากแป้ง โดยปกติอะมิโลสจะละลายได้ในน้ำร้อน เช่น ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ทีมีสารประกอบเชิงซ้อนละลายอยู่ โดยสารประกอบเชิงซ้อนดังกล่าวได้แก่ สาร aliphatic alcohol ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (เช่น เอทานอล โพรพานอล บิวทานอล เพนทานอล เป็นต้น) สาร glycol ethers (เช่น diethyl cellulose เป็นต้น) หรือสารอินทรีย์ (เช่น ไพริดีน เป็นต้น) (Han, 2005)

- การขึ้นรูปฟิล์ม

โดยปกติสารละลายแป้งจะไม่เสถียร โดยเฉพาะในแป้งที่มีความเข้มข้นของปริมาณของแข็งสูงหรือมีปริมาณอะมิโลสสูงจะมีแนวโน้มในการเกิดเจลอย่างรวดเร็วเมื่อเย็นตัวลง ซึ่งจะทำให้การขึ้นรูปเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการเก็บรักษาสารละลายแป้งควรเก็บที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของการเกิดเจลก่อนที่จะทำการขึ้นรูปแผ่นฟิล์ม สำหรับสารละลายอะมิโลส อุณหภูมิในการเกิดเจลจะเป็นฟังก์ชันแบบเส้นตรงกับความเข้มข้นของอะมิโลส เมื่อสารละลายอะมิโลสมีปริมาณของแข็งร้อยละ 10-15 จะมีอุณหภูมิในการเกิดเจลเท่ากับ 60-74 องศาเซลเซียส ดังนั้นในการป้องกันการเกิดเจลจึงควรเก็บสารละลายอะมิโลสไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 80

องศาเซลเซียสก่อนที่จะทำการขึ้นรูปฟิล์ม (Han, 2005) สำหรับวิธีการขึ้นรูปแบบฟิล์มมีหลายวิธีด้วยกัน (วุฒิชัย นาครักษา, 2535) คือ

วิธีเทสารละลายลงบนวัสดุต่างๆ (solvent casting)

เป็นการผลิตฟิล์มโดยการนำสารผสมของฟิล์มเกลี่ยเป็นแผ่นบางลงบนแผ่นกระจกหรือพลาสติกแล้วนำไปทำให้แห้งด้วยลมร้อน เมื่อลอกออกได้แผ่นฟิล์มที่มีลักษณะโปร่งแสงละลายน้ำได้

วิธีเอกซ์ทรูชัน (extrusion)

เป็นการผลิตฟิล์มโดยใช้เครื่องมือทำให้ฟิล์มขึ้นรูปเป็นแผ่นบาง ซึ่งคล้ายกับการผลิตฟิล์มพลาสติกโดยทั่วไป องค์ประกอบในการเตรียมฟิล์ม ได้แก่ แป้งที่มีอะมิโลสร้อยละ 50-80 พลาสติไซเซอร์ร้อยละ 0-30 และน้ำร้อยละ 20-50 ฟิล์มที่ได้จะมีความชื้นร้อยละ 7-15 ความหนา 1-4 มิล (1 มิล (mil) = 0.0254 มิลลิเมตร) แต่จะต้องมีการทำให้อะมิโลสเป็นสารเทอร์โมพลาสติกเทียมก่อนจึงจะขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ได้

วิธีการทำแห้งด้วยลูกกลิ้ง (drum drier)

เป็นการผลิตฟิล์มโดยผ่านแผ่นฟิล์มเข้าไปยังลูกกลิ้งร้อน เพื่อรีดให้ฟิล์มเรียบและแห้ง ความหนาของฟิล์มที่ต้องการขึ้นกับแรงกดอัดของลูกกลิ้งบนแผ่นฟิล์ม และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งสองลูกที่ผ่านฟิล์มเข้าไป ตัวอย่างฟิล์มบริโภคที่ได้จากแป้ง ได้แก่ ฟิล์มออบเล็ท (oblate film) ซึ่งเตรียมจากการผสมแป้งข้าวเจ้าและกัม (gum) จากพืชเล็กน้อย ทำให้เป็นเพสต์ (paste) เจือจางแล้วขึ้นรูปเป็นฟิล์มบนลูกกลิ้งร้อน 103-108 องศาเซลเซียส หมุนด้วยความเร็ว 70-110 รอบต่อวินาที นำฟิล์มที่ได้มาทำแห้งด้วยลมร้อนจนมีความชื้นร้อยละ 13 ฟิล์มจะมีลักษณะเป็นดวงๆ บางมาก เปราะแตกง่ายเมื่อเก็บรักษาโดยไม่ควบคุมความชื้น

- การทำแห้ง

การผลิตฟิล์มแป้งโดยทั่วไปจะทำจากการขึ้นรูปสารละลายแป้งบนพื้นผิวที่เรียบและนำมาทำแห้งจนกระทั่งสามารถลอกฟิล์มออกจากพื้นผิวนั้นได้ หรืออาจทำแห้งโดยใช้ลูกกลิ้งหรือการเคลื่อนที่บนสายพานมาใช้ผลิตฟิล์มแป้งแบบต่อเนื่อง ในบางครั้งอาจมีการเติม release agent เช่น เลซิทิน เป็นต้น ลงไปเพื่อให้สามารถลอกแผ่นฟิล์มออกได้ง่ายขึ้น

การทำแห้งเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อลักษณะปรากฏและประสิทธิภาพของฟิล์ม โดยทั่วไปไม่นิยมใช้การทำแห้งอย่างรวดเร็วเนื่องจากจะทำให้เกิดการแตกของแผ่นฟิล์ม หรือทำให้ได้ฟิล์มที่มีลักษณะผิดรูป เกิดตำหนิหรือเกิดเม็ดแป้งบนแผ่นฟิล์มได้ นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการทำแห้งที่นานเกินเพราะจะทำให้ฟิล์มเกิดการแตกหักได้ง่าย สำหรับความหนาของแผ่นฟิล์มสามารถควบคุมจากปริมาณของแข็งและปริมาณของสารละลายที่นำมาขึ้นรูป ตัวอย่างเช่น ฟิล์มอะมิโลสที่มีช่วงของความหนาตั้งแต่ 11 ถึง 170 ไมโครเมตร สามารถเตรียมได้จากสารละลายแป้งที่มีความเข้มข้นในช่วงร้อยละ 7 ถึง 15 และนำมาขึ้นรูปโดยเทให้มีความสูงตั้งแต่ 380 ถึง 1,270 ไมโครเมตรบนพื้นผิวที่ทำแห้ง (Han, 2005)

- โครงสร้างของฟิล์มแป้ง

โครงสร้างของฟิล์มแป้งมีลักษณะแบบ semicrystalline ประกอบด้วย amorphous และ crystalline phase ซึ่งจัดคุณสมบัติของทั้ง 2 เฟสโดย glass transition temperature และระดับของการเกิดผลึก (degree of

crystallinity) ตามลำดับ โดยทั้งคู่มีผลต่อคุณสมบัติหลักของฟิล์มแป้ง เช่น คุณสมบัติทางกลและความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซ (Han, 2005)

2.3 พลาสติไซเซอร์กับฟิล์มบริโภคได้

พลาสติไซเซอร์ตามนิยามของ IUPAC หมายถึง สารที่เข้าไปรวมอยู่กับพลาสติกหรือ elastomer แล้วช่วยเพิ่มความอ่อนตัว ความคงทนต่อการใช้งาน และการยืดตัว แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ external plasticizer เป็นสารที่เติมลงไปในโครงสร้างพอลิเมอร์แล้ว ทำให้เกิดสารเชิงซ้อนหรือการจับกลุ่มของโมเลกุล โดยพลาสติไซเซอร์จะไปยึดจับกับพอลิเมอร์ด้วยพันธะเวเลนซีทุติยภูมิ (secondary valency) ทำให้แรงระหว่างโมเลกุลของสายพอลิเมอร์ที่อยู่ใกล้กันอ่อนลงส่งผลทำให้เกิดโครงสร้างที่อ่อนตัว (Mellan, 1961) สำหรับพลาสติไซเซอร์อีกประเภทหนึ่งคือ พลาสติไซเซอร์ภายใน (internal plasticizer) ซึ่งเป็นสารที่เติมลงไปแล้วทำหน้าที่เป็นสารช่วยในการเกิดพอลิเมอร์ (copolymerization) โดยคุณสมบัติของพลาสติไซเซอร์ที่ดีต้องรวมเป็นเนื้อเดียวกันกับพอลิเมอร์ที่ใช้ทำฟิล์ม (compatible) โดยมีแรงระหว่างโมเลกุลของสารทั้งสองคล้ายคลึงกัน มีจุดเดือดสูง ระเหยยาก และละลายในตัวทำละลายที่ใช้ได้ดี นอกจากนี้ควรไม่มีสี กลิ่น รส ไม่เป็นพิษ และไม่ติดไฟ ถ้าใช้พลาสติไซเซอร์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมจะสามารถช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการแยกตัวระหว่างการทำฟิล์มให้แห้ง ฟิล์มที่ได้จะมีลักษณะทางกายภาพดี สามารถคงความยืดหยุ่นตลอดการใช้งาน พลาสติไซเซอร์ที่นำมาใช้ในฟิล์มบริโภคจะต้องได้รับการอนุญาตจาก U.S. Food and Drug Administration โดยมีการพิสูจน์และยอมรับว่าไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคทั้งในระยะเฉียบพลันและระยะยาว

พลาสติไซเซอร์เป็นสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ช่วยเพิ่มความแข็งแรง (strength) และความสามารถในการโค้งงอ (flexibility) สำหรับการเคลือบ แต่ส่งผลให้สารเคลือบผิวมีคุณสมบัติด้านการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซเพิ่มขึ้น (Fennema, Donhowe และ Kester, 1994; Kester และ Fennema, 1986) พลาสติไซเซอร์ที่ใช้โดยทั่วไปได้แก่ พอลิออล (polyol) หรือ พอลิไฮดริกแอลกอฮอล์ (polyhydric alcohol) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลซึ่งมีหมู่คีโตนหรือแอลดีไฮด์ที่ถูกแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซิล พอลิออลบางชนิดพบในผลไม้ โดยเฉพาะพวกที่มีคาร์บอน 6 อะตอม หรือสามารถผลิตจากปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนให้กับน้ำตาล (hydrogenation) พอลิออลมีคุณสมบัติคงทนต่อสารเคมีและความร้อนได้ดีจึงไม่สลายตัวง่าย ดูดซับความชื้นได้ดี ละลายน้ำได้ พอลิออลที่นำมาใช้เป็นพลาสติไซเซอร์ในฟิล์มบริโภคมีหลายชนิด เช่น กลีเซอรอล (glycerol) ซอร์บิทอล (sorbitol) แมนนิทอล (mannitol) โพรไพลีนไกลคอล (propylene glycol) และ โพลีเอทิลีนไกลคอล (polyethylene glycol) เป็นต้น Müller, Yamashita, และ Laurindo (2008) ได้ศึกษาผลของการใช้พลาสติไซเซอร์ 2 ชนิด คือ glycerol และ sorbitol ต่อคุณสมบัติของฟิล์มที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งได้ผลพบว่าฟิล์มจะมีค่าการซึมผ่านของไอน้ำสูงขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของพลาสติไซเซอร์สูงขึ้น และฟิล์มที่ใช้ glycerol เป็นพลาสติไซเซอร์จะมีคุณบัติด้านนี้สูงกว่าฟิล์มที่ใช้ sorbitol เป็นพลาสติไซเซอร์