

อภิปรายและวิจารณ์ผลการวิจัย

ค่านิยมการใส่ใจในสุขภาพของผู้บริโภคในปัจจุบัน นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคที่สนใจไปที่การเลือกบริโภคอาหารที่มีความปลอดภัยและลดความเสี่ยงในการก่อโรค เป็นที่ทราบกันดีว่า อะคริลาไมด์จัดเป็นสารเคมีที่มีพิษต่อระบบประสาทและมีแนวโน้มสูงที่จะเป็นสารก่อมะเร็งในคน ซึ่งมีรายงานพบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ในอาหารที่ผ่านการทอดหรือการอบที่ใช้ความร้อนสูงดังกล่าวมาแล้ว อาหารพื้นเมืองของไทยจัดเป็นอาหารกลุ่มใหญ่อีกประเภทที่มีกำลังการซื้อขายมาก ไม่เพียงเฉพาะชาวไทยแต่ยังรวมไปถึงชาวต่างชาติอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากราคาที่ไมแพง รสชาติและกลิ่นที่น่ารับประทาน อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการเตรียมอาจต้องการปฏิกิริยาเมลลาร์ดหรือกระบวนการลิกิเดชันเพื่อรื้อกั้นในการช่วยเพิ่มกลิ่นและรสชาติของอาหารให้น่ารับประทานยิ่งขึ้น เมื่อคำนึงถึงความปลอดภัยของอาหาร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องข้อมูลของชนิดอาหารที่มีการปนเปื้อนของอะคริลาไมด์ ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการสุ่มซื้อตัวอย่างอาหารไทยพื้นเมืองที่มีแป้งสูง ซึ่งมีโอกาสสูงที่จะพบการก่อตัวของอะคริลาไมด์ จากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ทั้งสิ้น 16 ชนิด ได้แก่ ข้าวหลาม ขนมจาก ขนมไข่หงส์ ปาท่องโก๋ ปอเปี๊ยะทอด เกี้ยวทอด ขนมหม้อแกง กล้วยแขก กล้วยฉาบ มันฉาบ เผือกฉาบ ข้าวเกรียบทอด ปลาเส้น ฮ่อยจ๊อ ทองม้วน และ เครปซ็อคโกแลต มาทำการวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์โดยเทคนิค GC-MS การทดลองเริ่มจากการทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิค GC-MS ที่ใช้วิเคราะห์ โดยดูจากค่าความแม่นยำในรูปของ %RSD และค่าความไวของเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ พบว่าเมื่อใช้ตัวอย่างเมทริกซ์เป็นแป้งข้าวเจ้า ในเอทิลอะซิเตท ได้ค่า LOD และ LOQ เท่ากับ 4.41 และ 14.70 ไมโครกรัมต่อกก. ซึ่งปริมาณของอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบจะมาจากตัวอย่างที่มีค่า s/n อย่างน้อย 3:1 และ 10:1 ตามลำดับ และพบว่าช่วงของสารอะคริลาไมด์ที่ให้ค่าลิเนียร์ที่ดีที่มีค่า $r^2 > 0.99$ คือระหว่าง 5.0 ถึง 50 ไมโครกรัม สำหรับค่ารีคาวเออรี (recovery) ที่ได้จากการวิเคราะห์อาหารแต่ละชนิดให้ค่าหลากหลายที่ต่างกัน คือ 60-95% โดยให้ค่า $CV < 7\%$ ซึ่งในการวิเคราะห์ไม่ได้กำหนดค่า recovery ที่ต่ำสุดของสารมาตรฐานภายใน แต่หากการวิเคราะห์ให้ค่า % recovery $< 60\%$ จะทำการวิเคราะห์ซ้ำ สำหรับค่า RSD ที่ได้ $< 0.04\%$ ถึง 1.88% มีค่าต่ำกว่าค่าการยอมรับที่ต่ำที่สุด (Synder et al., 1997)

เมื่อใช้เทคนิค GC-MS วิเคราะห์การปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ พบว่าในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการปรุงด้วยการทอดน้ำมันท่วม เกือบทุกชนิด สามารถตรวจพบอะคริลาไมด์ และพบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 500 ไมโครกรัมต่อกก. ในเผือกฉาบ จำนวน 2 ตัวอย่าง และพบที่ระดับประมาณ 300 ไมโครกรัมต่อกก. ในขนมไข่หงส์ ขณะที่ปริมาณอะคริลาไมด์

ระหว่าง 150-200 ไมโครกรัมต่อกก.อาหาร ตรวจพบในเผือกฉาบ 3 ตัวอย่าง กล้วยแซก และปอเปีย นอกจากนี้ยังพบปริมาณของสารอะคริลาไมด์หลากหลายในมันฉาบ จากปริมาณที่น้อยกว่าค่า LOQ (<14.70 ไมโครกรัมต่อกก.) ถึง 366.12 ไมโครกรัมต่อกก. และตรวจพบอะคริลาไมด์ที่ระดับต่ำกว่า 100 ไมโครกรัมต่อกก. ในตัวอย่างเกี๊ยวทอด ปาท่องโก๋ (2 ตัวอย่าง) กล้วยฉาบ (6 ตัวอย่าง) และพบอะคริลาไมด์ในระดับที่น้อยกว่าค่า LOQ ในตัวอย่างฮ่อยจ๊อและข้าวเกรียบกุ้ง ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับข้อสรุปของ Lingnert และคณะ (2002) ที่ว่าอาหารที่ผ่านการทอดแบบน้ำมันท่วม ซึ่งใช้วัตถุดิบที่มาจากพืชมีกพบปริมาณของสารอะคริลาไมด์ปนเปื้อนในระดับที่สูง และพบว่าการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของน้ำตาลที่มีในวัตถุดิบที่ใช้ปรุงอาหารหรือเครื่องปรุงอีกด้วย (De Wilde et al., 2006) ข้อเท็จจริงนี้สามารถนำมาอธิบายได้ดีในตัวอย่างอาหารที่มีการเคลือบน้ำตาลที่ผิวแบ่งก่อนทำการทอด เช่น มันฉาบ เผือกฉาบ กล้วยฉาบ และขนมไข่หงส์ แต่สำหรับกล้วยฉาบซึ่งมีการเคลือบน้ำตาลในการผลิตนั้น ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจากการแช่กล้วยในน้ำปูนใสก่อนนำมาทอดส่งผลยับยั้งการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ในระหว่างการทอดได้ (Casado et al., 2010) ในทางตรงกันข้ามการเค็มแป้งหรือเนื้อมะพร้าวให้กับกล้วยแซกก็อาจส่งผลเหนียวทำให้เกิดการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ระหว่างการทอดได้ สำหรับปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในเผือกฉาบสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น อาจเนื่องมาจากการใช้ระยะเวลาในการทอดที่นานกว่าก็เป็นได้ สำหรับปริมาณของอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในค่าที่แตกต่างกันมากในตัวอย่างเผือกฉาบ คือพบอะคริลาไมด์ในปริมาณตั้งแต่ 153 ถึง 759 ไมโครกรัมต่อกก. อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของวิธีการผลิต ระยะเวลา และสภาวะในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะขาย วัตถุดิบ การใช้น้ำมันซ้ำ หรือช่วงอายุของเผือกที่ใช้เป็นวัตถุดิบนั่นเอง ส่วนขนมไข่หงส์ที่ใช้เวลาในการทอดนานกว่าปาท่องโก๋และเกี๊ยวทอด ร่วมกับการเคลือบน้ำตาลและทอดซ้ำอีกครั้ง ก็เป็นที่แน่ชัดว่าจะพบปริมาณของสารอะคริลาไมด์สูงกว่าปาท่องโก๋และเกี๊ยวทอดอย่างแน่นอน นอกจากนี้แป้งและหมูสับที่เป็นส่วนผสมของเกี๊ยวทอดก็สามารถยับยั้งการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ได้อีกทางหนึ่งด้วย (Sugimura, 2000; Casado et al., 2010) ส่วนการเค็มโปรตีน เช่น เนื้อกุ้งหรือเนื้อปู ลงเป็นส่วนผสมของข้าวเกรียบกุ้งและฮ่อยจ๊อ ก็สามารถลดการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ได้ เนื่องจากทำให้เกิดปฏิกิริยาแข่งขัน หรือการจับกับอะคริลาไมด์ด้วยพันธะโคเวเลนต์ได้อีกทางหนึ่งด้วย (Tareke et al., 2002) นอกจากนี้ฤทธิ์ด้านออกซิเดชันของกระเทียม ซึ่งเป็นเครื่องปรุงที่ต้องใส่ผสมลงในไส้ของปอเปียทอด ข้าวเกรียบกุ้ง และฮ่อยจ๊อ ก็อาจลดการก่อตัวของอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์อาหารดังกล่าวได้ (Ryu et al., 2001; Casado et al., 2010)

จากที่เคยมีรายงานมาก่อนหน้านี้ว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนนั้น เป็นปฏิกิริยาหลักที่ทำให้เกิดการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ในอาหาร (Lingnert et al., 2002; Mottram et al., 2002; Friedman, 2003) อย่างไรก็ตามก็มีความเป็นไปได้ที่วิธีการสลายไขมันซึ่งให้อะโครเลอิน (acrolein) นั้นสามารถทำให้เกิดการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ได้เช่นกัน (Lingnert et al., 2002; Zamora & Hidalgo, 2008; Capuano et al., 2010) นอกจากนี้ยังมีบางรายงานที่กล่าวว่า

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการปรุงด้วยการย่าง สามารถตรวจพบการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ได้ปริมาณสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดหรือการอบ (Ahn et al., 2002) เมื่อพิจารณาร่วมกับส่วนผสมที่ขาดไม่ได้ของการทำข้าวหลามและขนมจาก คือ แป้งข้าวเหนียวดำ แป้งข้าวเจ้า กระทิ และน้ำตาล (ปี๊บ) ก็ไม่น่าแปลกใจที่จะตรวจพบสารอะคริลาไมด์ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว และปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบก็ยังขึ้นกับวิธีการผลิตอีกด้วย แม้ว่าทั้งข้าวหลามและขนมจากจะใช้วัตถุดิบบางส่วนที่เหมือนกัน ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในข้าวหลาม (75-144 ไมโครกรัมต่อกก.) ก็จะมีระดับที่ต่ำกว่าในขนมจาก (83-1255 ไมโครกรัมต่อกก.) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการทำข้าวหลามที่ต้องใช้การเผาที่อุณหภูมิ $>250^{\circ}\text{C}$ และใช้เวลาที่นานกว่า (Rydberg et al., 2003; Hoenicke & Gatermann, 2005) รวมทั้งการใช้น้ำตาลปี๊บ ซึ่งมีปริมาณของซูโครสและแอสปาราจีนในระดับสูงผสมในการทำขนมจาก ทำให้เป็นการเพิ่มสารต้นตอในการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์มากขึ้นด้วย (Ho et al., 2007)

สำหรับปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในขนมหม้อแกง (105.34 ไมโครกรัมต่อกก.) และเครปช็อคโกแลต (193.22 ไมโครกรัมต่อกก.) เพียงอย่างละ 1 ตัวอย่าง ขณะที่ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ในปลาเส้นและขนมทองม้วนพบในระดับที่ต่ำกว่าค่า LOQ อาจเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิตของขนมทองม้วนและปลาเส้นที่ใช้อุณหภูมิไม่เกิน 110°C จึงไม่เกิดสีน้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์ (Mottram et al., 2002; Stadler et al., 2002) นอกจากนี้การราดช็อคโกแลตลงบนเครปก็อาจเหนียวนำไปให้เกิดการก่อตัวของอะโครเลอินที่เป็นสารต้นตอของสารอะคริลาไมด์ได้อีกด้วย (WHO/FAO, 2002) ส่วนขนมหม้อแกงที่เตรียมจากส่วนผสมที่ประกอบด้วยน้ำตาลปี๊บ ไข่แดง และกระทิ ที่ต้องนำมาอบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 30-40 นาทีก็อาจทำให้เกิดการก่อตัวของสารอะคริลาไมด์ในระดับปานกลางได้

สำหรับการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคของนักท่องเที่ยวจำนวน 400 คนที่มาตลาดหนองมน นั้น พบการกระจายตัวของผู้หญิงและชายในระดับที่ใกล้เคียงกัน คือ ผู้หญิง 53% และผู้ชาย 47% ค่าเฉลี่ยอายุของผู้บริโภคอยู่ที่ 30 ปี และผู้บริโภคจำนวน 53% มีการศึกษาในระดับปริญญาตรี สามในสี่ (73%) ของผู้บริโภคมีรายได้โดยเฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า 240,000 บาท และมากกว่าครึ่งของผู้บริโภคจะมาซื้อของที่ตลาดหนองมนเดือนละครั้ง โดยใช้จ่ายเป็นเงินประมาณ 300 บาท อาหารพื้นเมืองที่มีกำลังการซื้อขายสูงที่สุด 10 ชนิดได้แก่ ข้าวหลาม > ขนมจาก > ส้อยจ้อ > ขนมหม้อแกง > ปลาเส้น > ทูเรียนทอด > ขนุนทอด > ทอดมัน > เผือกฉาบ > มันฉาบ เมื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงในการได้รับสารอะคริลาไมด์ต่อวันของผู้บริโภค พบว่าอยู่ในช่วง 0.16-24.14 กรัมต่อวัน (เท่ากับ 0.27-141.92 นาโนกรัมต่อกก. ของน้ำหนักร่างกายเฉลี่ยของผู้หญิงต่อวัน และเท่ากับ 0.23-118.26 นาโนกรัมต่อกก. ของน้ำหนักร่างกายเฉลี่ยของผู้ชายต่อวัน) ความเสี่ยงในการได้รับสารอะคริลาไมด์สูงที่สุดได้มาจากการบริโภคขนมจากซึ่งมีกำลังซื้อขายสูงเป็นอันดับสอง จากการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ส่งผลต่อการได้รับอะคริลาไมด์จากอาหารในปริมาณที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปริมาณสารอะคริลาไมด์ที่

ผู้บริโภคชาวไทยจะได้รับในแต่ละวันก็ยังคงต่ำกว่าปริมาณที่มีรายงานในประเทศอื่น และต่ำกว่าระดับที่จะส่งพิษต่อร่างกายด้วย (Dybing et al., 2005; Fennell et al., 2005; Tardiff et al., 2010) ซึ่ง WHO ได้มีการประมาณปริมาณเฉลี่ยของสารอะคริลาไมด์ที่ได้รับในแต่ละวันอยู่ที่ 0.3-0.8 ไมโครกรัมต่อกก.ของน้ำหนักร่างกาย และเมื่อคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ได้มีการประมาณปริมาณอาหารที่แนะนำให้ผู้บริโภคสามารถบริโภคได้ต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปริมาณของอาหารที่สามารถบริโภคต่อวัน

ชนิดของอาหาร	ปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน ¹	
	ผู้หญิง	ผู้ชาย
ข้าวหาลาม	164.67 กรัม (1 ช้อน)	197.61 กรัม (2 ช้อน)
ขนมจาก	45.11 กรัม (3 ช้อน)	54.13 กรัม (4 ช้อน)
มันฉาบ	70.26 กรัม (< 1 ถ้วย) ²	84.31 กรัม (< 1 ถ้วย)
เผือกฉาบ	40.65 กรัม (< 1 ถ้วย)	48.78 กรัม (< 1 ถ้วย)
กล้วยฉาบ	184.64 กรัม (< 2 ถ้วย)	221.57 กรัม (< 2 ถ้วย)
ขนมหม้อแกง	142.40 กรัม (2 ถาด)	170.88 กรัม (2 ถาด)
ปาท่องโก๋	177.43 กรัม (18 ช้อน)	212.92 กรัม (22 ช้อน)

¹ ปริมาณต่อวันที่แนะนำในตารางประมาณมาจากค่าระดับความเป็นพิษของอะคริลาไมด์ (0.3 ไมโครกรัมต่อ กก. น้ำหนักร่างกายต่อวัน) ที่แนะนำโดย WHO (2002)

² 1 ถ้วยของผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารจำนวน 120 กรัม

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการคำนึงถึงความปลอดภัยในอาหารที่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการบริโภคของผู้บริโภคที่มาตลาดหนองมน จำนวน 400 คน พบว่าการคำนึงถึงความปลอดภัยในการบริโภคอาหารกับพฤติกรรมในการบริโภคมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง กล่าวคือผู้บริโภคทั้งหมดที่ให้ความช่วยเหลือในการสำรวจ (100%) จะพิจารณาถึงความปลอดภัยในอาหารและจะไม่บริโภคอาหารที่ทราบว่ามีการปนเปื้อนอย่างแน่นอน แม้ว่าอาหารปนเปื้อนนั่นจะมีรสชาติที่ดีกว่าหรือมีราคาต่ำกว่าก็ตาม จากการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นว่าหากเราสามารถให้ความรู้เรื่องอาหารปลอดภัยแก่ผู้บริโภคและมีอาหารที่ปลอดภัยขายแทนอาหารปนเปื้อนจะสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการบริโภคได้

สำหรับการศึกษาความคงตัวของสารอะคริลาไมด์ในอาหารด้วยระบบย่อยจำลองนั้น การทดลองเริ่มต้นจากการออกแบบระบบย่อยอาหารจำลองให้มีลักษณะที่เหมือนกับระบบการย่อยอาหารภายในร่างกายของมนุษย์ คือ มีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่ 37 °ซ มีการจำลองการบดเคี้ยวอาหาร (Zodl et al., 2007) จากค่าเฉลี่ยเวลาในการบดเคี้ยวของอาสาสมัครจำนวน 100 คน จากนั้นเติม

เอนไซม์อะไมเลสลงในระบบเพื่อเริ่มต้นการย่อยแป้งจากปาท้องโก่ในบริเวณปากจำลอง ปรับค่าความเป็นกรด-เบสให้อยู่ในสภาวะกรด แล้วเติมเอนไซม์เปปซิน ลงไปในระบบ ตลอดจนการทดลองเพื่อจำลองกลไกการย่อยอาหารของกระเพาะอาหาร ทำการเขย่าเบาๆ ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที เพื่อให้อาหารเกิดการคลุกเคล้าคล้ายสภาวะที่อยู่ในกระเพาะอาหาร สุดท้ายเติมน้ำดีและเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส รวมทั้งน้ำถุงโคอะไลซิสขนาดคัดกรอง 6000-8000 ดาลตัน ซึ่งเป็นขนาดคัดกรองที่ใกล้เคียงกับการดูดซึมของผนังลำไส้เล็กที่บรรจุ HEPES buffer เพื่อเป็นการจำลองกลไกการย่อยและการดูดซึมอาหารของลำไส้เล็ก (Alexandropoulou et al., 2006) เมื่อการย่อยจำลองเสร็จสิ้น วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยอาหารโดยเทคนิค HPLC ผลการทดลองที่ได้ พบความเป็นไปได้ในการดูดซึมของปริมาณสารอะคริลาไมด์เข้าสู่ถุงโคอะไลซิส ปริมาณ 995.07 ไมโครกรัมต่อมล. คิดเป็น 48.45% ซึ่งคาดว่าสารอะคริลาไมด์สามารถดูดซึมผ่านลำไส้เล็กได้ภายในเวลา 2 ชม. (Schabacker et al., 2004) ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ลดลงจากที่ใส่ในตัวอย่างปาท้องโก่เริ่มต้น (เหลือประมาณ 10%) อาจเนื่องมาจากเกิดกระบวนการสลายอะคริลาไมด์ขึ้น ในระหว่างที่มีการย่อยในระบบย่อยอาหารจำลอง (Dybing et al., 2005) และปริมาณใกล้เคียงกันของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในส่วนด้านใน และด้านนอกของถุงโคอะไลซิส อาจเกิดจากการแพร่แบบแพสซีฟอย่างสมดุล จากระบบย่อยอาหารเข้าสู่ถุงโคอะไลซิส ซึ่งต้องการการทดลองยืนยันต่อไป สำหรับการวิเคราะห์การลดการดูดซึมอะคริลาไมด์ของชาเขียวในระบบย่อยอาหารจำลอง ดูเหมือนว่าชาเขียวในปริมาณที่ทำการวิเคราะห์จะไม่สามารถช่วยลดการดูดซึมของอะคริลาไมด์ในระบบย่อยอาหารจำลองได้ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าสารเคมีบางชนิดในระบบย่อยอาหารจำลองอาจยับยั้งฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระของชาเขียวในระบบย่อยได้ อย่างไรก็ตามสมมติฐานนี้จำเป็นต้องทำการทดลองเพิ่มเติม เพื่อพิสูจน์ต่อไป

สำหรับการพัฒนาวิธีการผลิตมันเทศทอดเพื่อลดสีน้ำตาล (การก่อตัวของอะคริลาไมด์) ของผลิตภัณฑ์ พบว่า การแช่แผ่นมันเทศในน้ำหรือสารละลายต่างๆ รวมทั้งการลวกในน้ำก่อนการทอดมีผลต่อสีของมันเทศแผ่นกรอบอย่างชัดเจน การแช่แผ่นมันเทศในระบบที่มีกรดซิตริกผสมอยู่ให้มันเทศแผ่นกรอบที่มีสีเหลืองทอง เพราะการแพร่เข้าของกรดซิตริกทำให้ค่าพีเอชที่ผิวของแผ่นมันเทศมีค่าต่ำลง ไม่เอื้อต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Pedreschi et al., 2006) ส่วนการแช่ในระบบที่มีไกลซีนพบว่าให้มันเทศแผ่นกรอบสีน้ำตาลคล้ำ เพราะไกลซีนเป็นกรดอะมิโนที่มีความไวในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Anese et al., 2003) สำหรับการลวกในน้ำพบว่ามันเทศแผ่นกรอบมีสีเหลืองซีด คาดว่าเกิดจากการแพร่ออกของน้ำตาลที่บริเวณผิวของแผ่นมันเทศ (Mestdagh et al., 2007)

สำหรับผลต่อปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันของมันเทศแผ่นกรอบ ($p < 0.05$) พบว่ามันเทศแผ่นกรอบที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นมีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันสูงกว่ามันเทศแผ่นกรอบหุ้ดคลุม ซึ่งเกิดจากการแพร่เข้าของน้ำในระหว่างการแช่ ทำให้มันเทศแผ่นกรอบมีปริมาณความชื้นสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิภายในของมันเทศแผ่นกรอบค่อยๆ ลดลง เกิดภาวะสุญญากาศ (vacuum) ขึ้น เนื่องจากการควบแน่นของไอน้ำเกิดเป็นแรงดึงให้น้ำมันที่ค้างบริเวณผิวอาหารเข้าสู่ภายในมันเทศแผ่น

กรอบทำให้ปริมาณน้ำมันสูงขึ้นตามลำดับ (Debnath et al., 2009) การแช่มันเทศในระบบที่มี CaCl_2 (1.0%) ส่งผลให้มันเทศแผ่นกรอบมีค่าความแข็งสูงขึ้น เพราะ Ca^{2+} เกิดปฏิกิริยาเชื่อมข้าม (crosslink) กับหมู่คาร์บอกซิลของเพคตินเกิดเป็นโครงร่างของแคลเซียมแพคเตทซึ่งไม่ละลายน้ำ (Luna-Gutzan et al., 1999) แต่การที่มันเทศแผ่นกรอบมีค่าความแข็งสูงมาก อาจมีผลต่อการยอมรับ สำหรับการลวก จะทำให้แผ่นมันเทศมีลักษณะที่นิ่มและเหนียว เมื่อนำไปทอดจะได้มันเทศแผ่นกรอบที่เหนียวไม่กรอบ อย่างไรก็ตามแผ่นมันเทศที่แช่ในกรดซิตริก ซึ่งถึงไม่มีลักษณะนิ่มเช่นเดียวกับที่ผ่านการลวกในน้ำร้อน แต่พบว่ามีค่าความแข็งใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ผ่านการลวก ทั้งนี้ค่าความเป็นผลมาจากการที่โครงสร้างของ เซลล์มันเทศที่อ่อนตัวลงเนื่องจากความเป็นกรดของกรดซิตริกสามารถทำให้เพคตินสลายตัว แต่การแช่ แผ่นมันเทศในระบบที่มีกรดซิตริก (1.0%) ร่วมกับ CaCl_2 (1.0%) พบว่า มันเทศแผ่นกรอบมีค่าความแข็ง สูงขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการเตรียมชิ้นต้นมีผลต่อคะแนนความชอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ($p < 0.5$) โดยเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า กลุ่มผู้ทดสอบไม่ยอมรับมันเทศแผ่นกรอบที่ ผ่านการลวกก่อนทอด เพราะเหนียวไม่กรอบ การแช่ในกรดซิตริก (1.0%) เป็นส่วนผสม ทำให้มันเทศ แผ่นกรอบมีรสเปรี้ยวเฟื่อนของกรดซิตริก มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับไม่ชอบ เล็กน้อย ส่วนการแช่ในไกลซีน (0.4%) ให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับเดียวกับมันเทศแผ่น กรอบหุคควบคุม แต่มีคะแนนความชอบด้านสีต่ำลงถึงระดับไม่ชอบปานกลาง เนื่องจากมีสีน้ำตาลคล้ำ แต่การแช่ในระบบที่มีกรดซิตริก (1.0%) ร่วมกับไกลซีน (0.4%) พบว่า สามารถลดความเปรี้ยวเฟื่อน และสีคล้ำของมันเทศแผ่นกรอบได้ โดยมีคะแนนความชอบด้านสีและรสชาติสูงขึ้นในระดับชอบ เล็กน้อย การแช่ในน้ำ หรือในระบบที่มี CaCl_2 (1.0%) พบว่า กลุ่มผู้ทดสอบให้ระดับความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งจากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า การแช่ในกรดซิตริก (0.1%) และ CaCl_2 (0.5%) ให้มันเทศแผ่นกรอบที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด