บทนำ

อะคริลาไมด์ (Acrylamide; CH_2=$CHCONH_2$) เป็นสารประกอบอะลิฟาติกเอไมด์ (Aliphatic amide) ซึ่งประกอบด้วยหมู่เอไมด์และพันธะโอเลฟินไม่อิ่มตัวชนิด α และ β ที่มีพิษต่อระบบประสาท (Neurotoxin) (Dearfield *et al.*, 1988; Tilson & Cabe, 1979) และมีรายงานว่ามีแนวโน้มสูงที่จะเป็นสารก่อมะเร็งในคน (Human carcinogen) (IARC, 1994; Segerback *et al.*, 1995; Tareke *et al.*, 2000) มีรายงานพบว่าเมื่อคนและสัตว์ได้รับอะคริลาไมด์เข้าไป จะเกิดความผิดปกติที่ระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก (Klaasen & Doull, 1986; Shanker & Seth, 1986; Tilson, 1981) รวมทั้งส่งผลผิดปกติต่อการแบ่งเซลล์ในระยะไมโตติก (Mitotic) และไมโอติก (Meiotic) ของสัตว์และพืชบางชนิดอีกด้วย (Shairashi, 1978; Shanker *et al.*, 1987) โดยพิษของอะคริลาไมด์เชื่อว่าเกิดจากสารตัวกลางของกระบวนการสลายอะคริลาไมด์ภายในเซลล์ชื่อว่า ไกล์ซิดาไมด์ (Glycidamide) เข้าจับกับดีเอ็นเอและทำลายรหัสพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (Svensson *et al.*, 2003; Tareke *et al.*, 2000)

เมื่อเร็วๆนี้มีรายงานพบการปนเปื้อนของอะคริลาไมด์ในปริมาณสูงถึง 2.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในอาหารจำพวกแป้งที่ได้จากพืช (Plant-based starch) และอาหารที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบสูง (Carbohydrate-rich foods) เช่น มันฝรั่ง หัวบีท (Beetroot) ที่ผ่านการปรุงแต่งโดยใช้ความร้อนสูงด้วยการทอดหรือการอบ เช่น มันฝรั่งแผ่นทอด (Potato chips) แป้งทอดกรอบ (Crispbread) (Svesson *et al.*, 2003) หรือแม้กระทั่งในธัญพืช ขนมปังปิ้ง และไข่เจียวแบบจีน (Chinese egg omelet) ที่ใช้รับประทานเป็นอาหารเช้า (Tareke *et al.*, 2000; Tareke *et al.*, 2002, Zhang *et al.*, 2007) การก่อตัวของอะคริลาไมด์ในอาหารจำพวกแป้งเหล่านี้เชื่อว่ามาจากสารประกอบไดคาร์บอนิล (Dicarbonyl compound) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาเมลล์ลาร์ด (Maillard reaction) ที่เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโน เช่น กรดอะมิโนแอสพาราจีน (Asparagine) หรือบางครั้ง คือ กรดอะมิโนเมไทโอนีน (Methionine) กับน้ำตาลรีดิวส์ (Reducing sugar) เช่น น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบในอาหารดังกล่าวได้เป็นสเตรคเคอร์อัลดีไฮด์ (Strecker aldehyde) ซึ่งจะถูกสลายต่อโดยใช้กระบวนการสลายสเตรคเคอร์ (Strecker degradation) ได้เป็นอะคริลาไมด์เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต (Mottram *et al.*, 2002; Stadler *et al.*, 2002) และยังพบการตกค้างของอะคริลาไมด์ในน้ำดื่มและควันยาสูบ (Tobacco smoking) อีกด้วย (Bergmark, 1997; EC, 2000) นอกจากนี้มีรายงานพบว่าอะคริลาไมด์ที่ปนเปื้อนมากับอาหาร สามารถขนส่งเข้าสู่บาโซลาทีรอล (Basolateral) ของเซลล์คาโค (Caco-2 cell) ในระบบลำไส้ได้โดยกลไกหลักที่อาศัยการแพร่แบบแพสซีฟ (Passive diffusion) และส่งต่อจากบาโซลาทีรอลให้กับอะพิคอล (Apical) บริเวณลูเมน (Lumen) ของลำไส้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันกับสารประกอบขนาดเล็กที่ต้องการพลังงานและค่าความเป็นกรดด่างเฉพาะ (Schabacker *et al.*, 2004; Zodl *et al.*, 2007) จากนั้นอะคริลาไมด์ที่ถูกดูดซึมจะสามารถเปลี่ยนรูปต่อไปผ่านสองกลไก คือ การ

รวมตัวโดยตรงกับกลูตาไทโอน (Glutathione) หรือการสร้างสารตัวกลางไกล์ซิดาไมด์โดยปฏิกิริยาอ๊อกซีจีเนชั่น (Oxygenation) ผ่านไซโทโครมพี 450 (Cytochrome P450) ซึ่งจะถูกไฮโดรไลส์ต่อเป็นไกล์ซีราไมด์ (Glyceramide) หรือรวมตัวกับ กลูตาไทโอนได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดเมอร์แคปทูริก (Mercapturic acid) ขับออกทางปัสสาวะ (Dybing *et al.*, 2005; Fennell *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนรูปของอะคริลาไมด์นั้นยังเป็นกลไกที่เกิดไม่สมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการสะสมของอะคริลาไมด์ในร่างกายได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยปริมาณของอะคริลาไมด์ที่สะสมมากขึ้นสามารถส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของเซลล์เม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบินในคน (Bergmark, 1997; Klaus and Schmahl, 1989) นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยยืนยันว่าสารตกค้างอะคริลาไมด์ในอาหารเมื่ออยู่ในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะเกิดพิษต่อพันธุกรรม (Genotoxic effects) ของสัตว์ทดลอง แต่ถ้าตกค้างในปริมาณสูงจะส่งผลกระทบต่อระบบประสาท (Neurological) และระบบการสืบพันธุ์ (Reproductive) ในสัตว์ทดลองได้ (EC, 2000) ด้วยเหตุนี้จึงมีโอกาสสูงที่อะคริลาไมด์จะเป็นสารก่อมะเร็งในคนต่อไปตามรายงานของ IARC (Interna-tional Agency for Research on Cancer) (IARC, 1986; IARC 1987; IARC 1994; Segerback *et al.*, 1995; Tareke *et al.*, 2000) เป็นที่น่ายินดีที่ในช่วงห้าปีที่ผ่านมาได้มีคณะผู้วิจัยบางกลุ่มทำการทดลองหาสภาวะการปรุงที่เหมาะสมในการลดการก่อตัวของอะคริลาไมด์ในอาหาร และพบว่ากลไกที่ทำให้เกิดการก่อตัวของอะคริลาไมด์ในอาหารนั้นเป็นกลไกที่ขึ้นกับอุณหภูมิสูง กล่าวคือเมื่อเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการปรุงแต่งอาหารให้สูงขึ้นจะทำให้โอกาสในการก่อตัวของอะคริลา-ไมด์เพิ่มได้มากขึ้น (Mottram *et al.*, 2002) รวมทั้งการปรุงแต่งอาหารที่อุณหภูมิซึ่งต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียสและการต้มแป้งวัตถุดิบที่ใช้ประกอบอาหารก่อนการปรุงแต่งดูเหมือนว่าจะสามารถช่วยลดการก่อตัวของอะคริลาไมด์ในอาหารได้ (Mottram *et al.*, 2002; Tareke *et al.*, 2002) ดังนั้นหากสามารถปรุงแต่งอาหารแป้งเหล่านี้โดยการต้มแป้งวัตถุดิบเช่น หัวมันฝรั่ง ที่ใช้ในการปรุงก่อน หรือทำการทอดหรืออบอาหารแป้งเหล่านี้ที่อุณหภูมิที่ไม่สูงมาก แค่ประมาณ 100 – 110 องศาเซลเซียส ก็จะมั่นใจได้ว่าอาหารแป้งที่ผ่านการปรุงแต่งนั้นปราศจากการปนเปื้อนของอะคริลาไมด์สารพิษก่อมะเร็งได้อย่างค่อนข้างแน่นอน แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่เคยมีรายงานถึงคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เป็นที่พึงประสงค์ต่อผู้บริโภคของอาหารที่ผ่านการปรุงแต่งโดยวิธีที่ลดการก่อตัวของอะคริลาไมด์ดังกล่าว รวมทั้งจากรายงานจำนวนมากที่แสดงความเป็นไปได้สูงที่จะพบการปนเปื้อนของอะคริลาไมด์มากับอาหารที่บริโภคในปัจจุบันเพิ่มสูงขึ้นแต่ยังไม่เคยมีรายงานถึงการปนเปื้อนของอะคริลาไมด์ในอาหารพื้นเมืองของไทย ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเป้าหมายไปที่การวิเคราะห์การปนเปื้อนของอะคริลาไมด์ในอาหารพื้นเมืองของไทยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นแป้ง โดยเน้นกลุ่มตัวอย่างอาหารไปที่อาหารแป้งที่มีการขายทั่วไปในตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอาหารพื้นเมืองที่มีขนาดและกำลังการซื้อขายใหญ่ที่สุดในจังหวัดชลบุรี อาหารพื้นเมืองที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ข้าวหลาม ขนมจาก ขนมไข่หงส์ กล้วยแขก เผือกทอด มันทอด และทุเรียนทอด เป็นต้น รวมทั้งทำการศึกษาความคงตัวของอะคริลาไมด์ที่ปนเปื้อนมากับประเภทอาหารตัวอย่างที่ตรวจ