

ผลการวิจัย

4.1 การตรวจสอบความไวของเทคนิค GC-MS ที่ใช้วิเคราะห์

การตรวจสอบประสิทธิภาพของเทคนิค GC-MS ที่ใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ทำโดยการประเมินค่าพารามิเตอร์ 4 ค่า ได้แก่ ค่าจำกัดการตรวจพบ (limit of detection; LOD) ค่าจำกัดปริมาณที่ตรวจพบ (limit of quantitation; LOQ) ค่าลีนีริตี (linearity) และค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ซ้ำ (repeatability) ซึ่งการวิเคราะห์ค่า LOD และ LOQ นั้นจะทำการวิเคราะห์ในเอทิลอะซิเตต (ethylacetate) ที่ใช้แบ่งขั้วน้ำเป็นตัวอย่างของเมทริกซ์ (matrix) และประมาณค่า LOD และ LOQ ของการวิเคราะห์อะคริลาไมด์ที่ค่าอัตราส่วนของสัญญาณ (signal-to-noise ratio) เท่ากับ 3:1 และ 10:1 ตามลำดับ ซึ่งได้ค่า LOD และ LOQ ของการวิเคราะห์ในเอทิลอะซิเตตเท่ากับ 4.41 และ 14.70 ไมโครกรัมตอกก. ตามลำดับ (ข้อมูลดิบแสดงในภาคผนวกที่ 5) ค่าลีนีริตีอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 5.0 ไมโครกรัมตอกก. และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการวัด (R^2) เท่ากับ 0.99 รวมทั้งให้ค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ซ้ำที่แสดงเป็น %RSD น้อยกว่า 0.04 เมื่อพิจารณาจากค่าเวลาในการชะ (retention time) และให้ค่า %RSD น้อยกว่า 1.88 เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ใต้กราฟ (peak area) ซึ่งค่า %RSD ที่ได้มีค่าที่ต่ำกว่าระดับการวิเคราะห์ต่ำสุดที่ยอมรับได้ (acceptance criteria) ที่ระบุเท่ากับ 1% สำหรับการพิจารณาจาก retention time และ 4% สำหรับการพิจารณาจาก peak area (Snyder et al., 1997)

4.2 ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการทอดแบบน้ำมันท่วม

การวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการทอดแบบน้ำมันท่วม จำนวน 46 ตัวอย่าง จากตัวอย่างอาหารทั้งสิ้น 10 ชนิด พบปริมาณของสารอะคริลาไมด์สูงมากกว่า 500 ไมโครกรัมตอกก. ในตัวอย่างเผือกฉาบ จำนวน 2 ตัวอย่าง ขณะที่เผือกฉาบอีก 3 ตัวอย่างที่เหลือพบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ที่ระดับปริมาณระหว่าง 150-500 ไมโครกรัมตอกก. (ตารางที่ 1 และ ภาคผนวกที่ 6) สำหรับตัวอย่างกล้วยแขก (3 ตัวอย่าง) และปอเปี๊ยะทอด (1 ตัวอย่าง) นั้นตรวจพบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ที่ระดับ 150-200 ไมโครกรัมตอกก. ส่วนขนมไข่หงส์พบปริมาณอะคริลาไมด์ประมาณ 300 ไมโครกรัมตอกก.

สำหรับตัวอย่างมันฉาบที่นำมาวิเคราะห์นั้น สามารถตรวจพบปริมาณของสารอะคริลาไมด์ในระดับหลากหลายคือ น้อยกว่าค่า LOQ (<14.70 ไมโครกรัมตอกก.) ถึง 366.12 ไมโครกรัมตอกก. และ

ตารางที่ 1 ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการทอดน้ำมันที่สุ่มซื้อมาจากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี

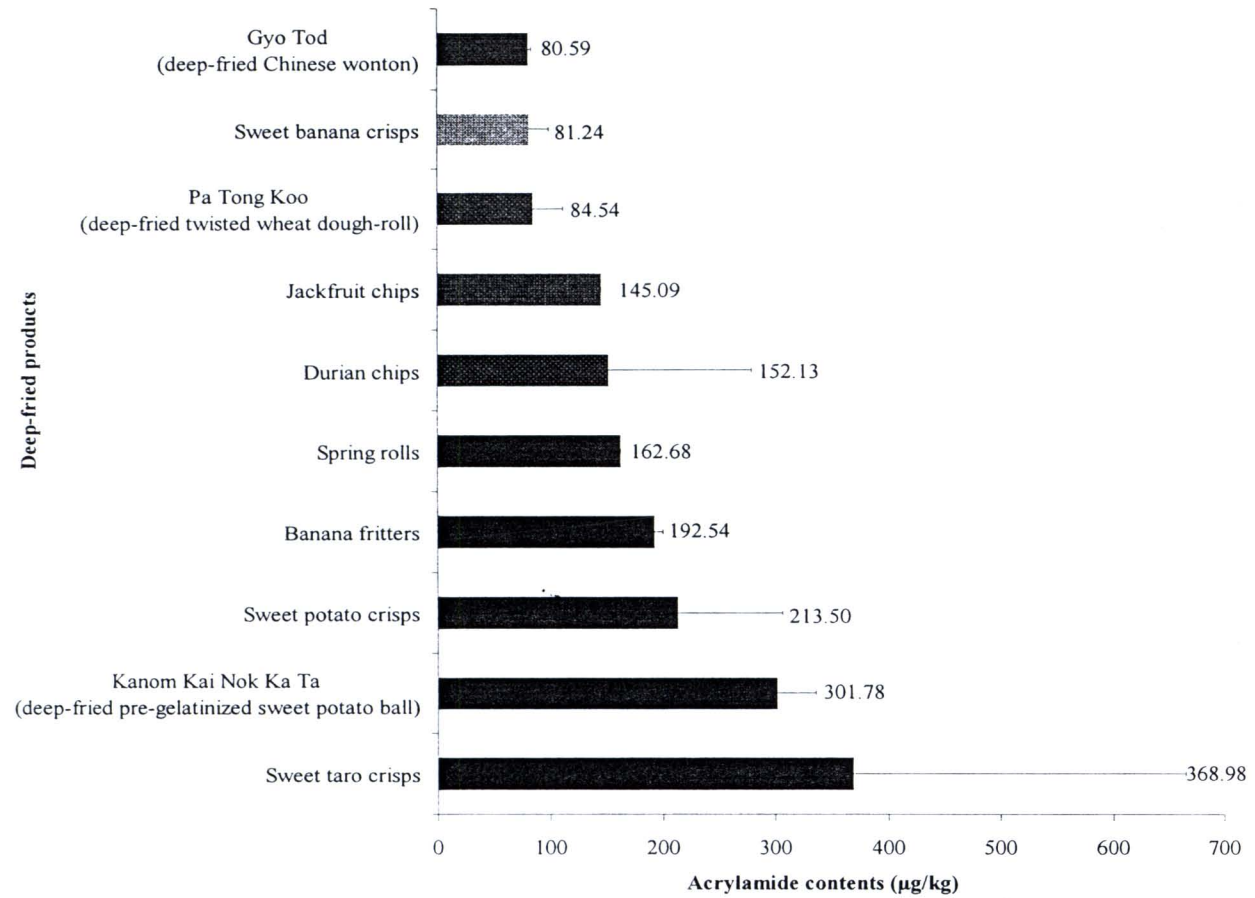
ตัวอย่างอาหารทอด	จำนวนร้านค้าที่สุ่มซื้อ		จำนวนร้านค้าที่ตรวจพบ	ปริมาณอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบ ¹ (ไมโครกรัมต่อกก.)		
	ตัวอย่างอาหาร	การปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบน ²	
ข้าวเกรียบกุ้ง	3	0	< 14.70 ³	< 14.70	< 14.70	
ฮ่อยจ๊อ	3	0	< 14.70	< 14.70	< 14.70	
เผือกฉาบ	8	5	< 14.70	758.84	368.98 ± 296.08	
ขนมไข่หงส์	3	3	270.45	337.10	301.78 ± 33.50	
มันฉาบ	9	7	< 14.70	366.12	213.50 ± 93.27	
กล้วยแขก	3	3	184.85	200.66	192.54 ± 7.91	
ปอเปี๊ยะทอด	3	1	< 14.70	162.68	162.68	
ปาต่องโก๋	3	2	< 14.70	103.15	84.54 ± 26.33	
กล้วยฉาบ	8	6	< 14.70	101.93	81.24 ± 17.84	
เกี๊ยวทอด	3	3	78.31	83.75	80.59 ± 2.83	

¹ ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบ คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดจำนวนสามซ้ำ

² ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการคำนวณผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารที่ตรวจพบสารอะคริลาไมด์

³ ค่า LOQ ของระบบ GC-MS ที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 14.70 ไมโครกรัมต่อกก.

ตรวจพบสารอะคริลาไมด์ในปริมาณต่ำกว่า 100 ไมโครกรัมต่อกก. ในตัวอย่างเกี้ยวทอด (3 ตัวอย่าง) ปาท่องโก๋ (2 ตัวอย่าง) และกล้วยฉาบ (6 ตัวอย่าง) แต่พบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ที่ระดับน้อยกว่าค่า LOQ คือ น้อยกว่า 14.70 ไมโครกรัมต่อกก. ในตัวอย่างฮ่อยจ๊อและข้าวเกรียบกุ้ง ปริมาณเฉลี่ยของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในตัวอย่างอาหารทอดน้ำมันท่วมที่นำมาวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 3 และฟิสิกของอนุพันธ์อะคริลาไมด์ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดแสดงในภาคผนวกที่ 7

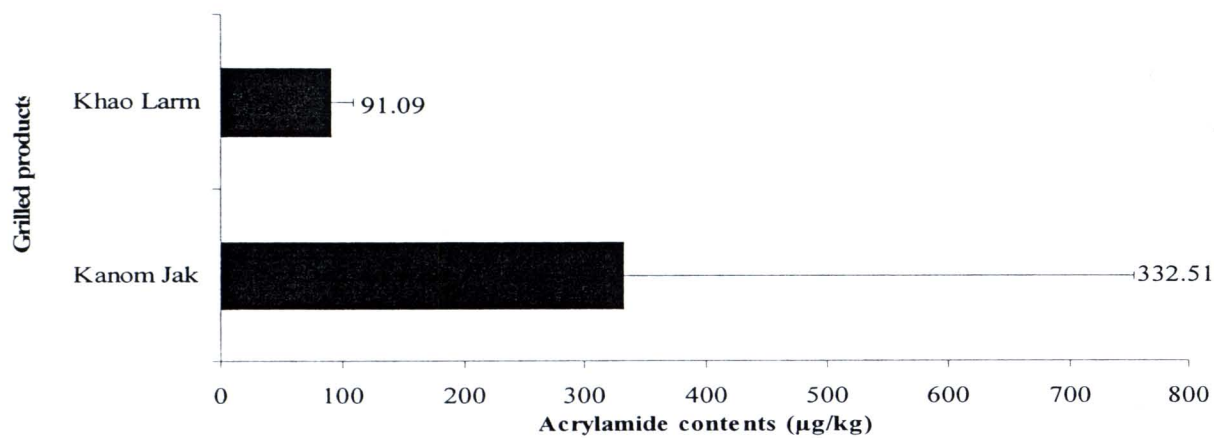


ภาพที่ 3 ปริมาณเฉลี่ยของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในอาหารทอดน้ำมันท่วมที่สุ่มซื้อมาจากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ชี้ความผิดพลาด (error bar) แสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างอาหารที่ตรวจพบ

4.3 ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการเผาหรือย่าง

ข้าวหลามและขนมจากซึ่งเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมที่สุดของตลาดหนองมนได้ถูกสุ่มซื้อมาเป็นตัวแทนของอาหารที่ผ่านการเผาหรือย่าง จากจำนวนตัวอย่างของข้าวหลามที่สุ่มซื้อจากร้านค้าในตลาดหนองมน จำนวน 9 ร้าน พบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ในตัวอย่างข้าวหลามจำนวน 6 ร้าน ที่ปริมาณระหว่าง 75 ถึง 144 ไมโครกรัมต่อกก. และพบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ในระดับที่หลากหลาย (82.45-1255.20 ไมโครกรัมต่อกก.) ในตัวอย่างขนมจากจำนวน 7 ร้าน ขณะที่ตัวอย่างขนม

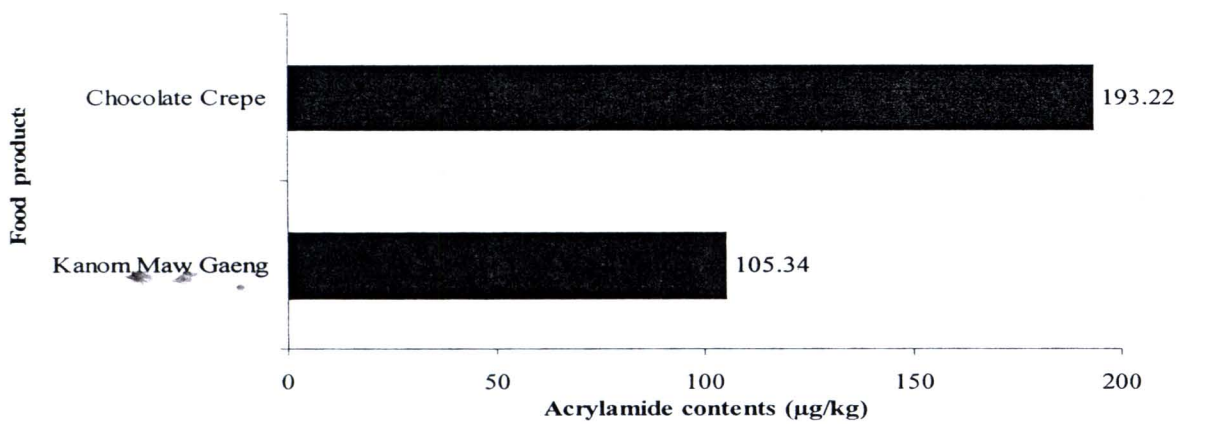
จากในร้านค้าอีก 3 ร้านตรวจพบปริมาณของสารอะคริลาไมด์ในระดับที่ต่ำกว่าค่า LOQ (<14.70 ไมโครกรัมต่อกก.) ดังสรุปในตารางที่ 2 และภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ปริมาณเฉลี่ยของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในข้าวหลามและขนมจาก ที่สุ่มซื้อจากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ชี้ความผิดพลาดแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างอาหารที่ตรวจพบ

4.4 ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบและที่ผ่านการให้ความร้อนโดยตรงจากแผ่นให้ความร้อน

เมื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบและที่ผ่านการให้ความร้อนโดยตรงจากแผ่นให้ความร้อนพบว่า สามารถตรวจพบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์ในขนมหม้อแกง จำนวน 1 ตัวอย่าง ที่ระดับปริมาณ 105.34 ไมโครกรัมต่อกก. และพบในเครปช็อคโกแลต ที่ระดับปริมาณ 193.22 ไมโครกรัมต่อกก. ดังแสดงในภาพที่ 5 และตารางที่ 3 ขณะที่ในตัวอย่างปลาเส้นและขนมทองม้วนนั้นจะพบปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ต่ำกว่าค่า LOQ (<14.70 ไมโครกรัมต่อกก.)



ภาพที่ 5 ปริมาณเฉลี่ยของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในขนมหม้อแกงและเครปช็อคโกแลต ที่สุ่มซื้อจากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 2 ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในตัวอย่างข้าวหลามและขนมจาก ที่สุ่มซื้อมาจากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี

ตัวอย่างอาหารทอด	จำนวนร้านค้าที่สุ่มซื้อ		จำนวนร้านค้าที่ตรวจพบ		ปริมาณอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบ ¹ (ไมโครกรัมต่อกก.)		
	ตัวอย่างอาหาร	การปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบน ²		
ข้าวหลาม	9	6	< 14.70 ³	113.78	91.09 ± 17.38		
	10	7	< 14.70	1255.20	332.51 ± 421.22		

¹ ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบ คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดจำนวนสามซ้ำ

² ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการคำนวณผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารที่ตรวจพบสารอะคริลาไมด์

³ ค่า LOQ ของระบบ GC-MS ที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 14.70 ไมโครกรัมต่อกก.



ตารางที่ 3 ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบในตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบหรือให้ความร้อนโดยตรงจากแผ่นให้ความร้อน

ตัวอย่างอาหารทอด	จำนวนร้านค้าที่สุ่มซื้อตัวอย่างอาหาร	จำนวนร้านค่าที่ตรวจพบการปนเปื้อนของสารอะคริลาไมด์	ปริมาณอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบ ¹ (ไมโครกรัมต่อกก.)		
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบน ²
ขนมหม้อแกง	5	1	< 14.70 ³	105.34	105.34
เครปรีดอคโกเลต	3	1	< 14.70	193.22	193.22
ขนมทองม้วน	3	0	< 14.70	< 14.70	< 14.70
ปลาเส้น	3	0	< 14.70	< 14.70	< 14.70

¹ ปริมาณของสารอะคริลาไมด์ที่ตรวจพบ คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดจำนวนสามซ้ำ

² ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการคำนวณผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารที่ตรวจพบสารอะคริลาไมด์

³ ค่า LOQ ของระบบ GC-MS ที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 14.70 ไมโครกรัมต่อกก.

4.5 การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้บริโภค

ทำการเก็บข้อมูลความต้องการอาหารของผู้บริโภคจำนวน 400 คน ที่มาตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 15 - 19 กันยายน พ.ศ.2553 จำนวน 100 ชุด และระหว่างวันที่ 25-29 เมษายน พ.ศ. 2554 จำนวน 300 ชุด โดยการกรอกแบบสอบถาม ชุดที่ 1 ได้ผลสรุป ดังนี้

4.5.1 ข้อมูลทั่วไป

จากการศึกษา พบว่า ผู้บริโภคที่มาตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (53.3%) รองลงมาเป็นเพศชาย (46.8%) มีอายุอยู่ในช่วง 21 – 30 ปี เท่ากับ 50.0% รองลงมามีอายุในช่วง 31 -40 ปี (37.8%) มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยในช่วง 46 – 55 กก. ทั้งสิ้น 48.5% รองลงมามีน้ำหนักในช่วง 66 – 75 กก. (32.3%) มีส่วนสูงเฉลี่ยในช่วง 160 – 169 ซม. เท่ากับ 69.3% รองลงมามีส่วนสูงเฉลี่ยในช่วง 170 – 179 ซม. (30.8%) มีสถานภาพโสด จำนวน 46.5% รองลงมามีสถานภาพสมรส (44.3%) และมีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 52.5% รองลงมามีการศึกษาระดับอาชีวศึกษา หรือ อนุปริญญา (23.0%) ประกอบอาชีพนักเรียน นิสิต นักศึกษา จำนวน 31.5% รองลงมาประกอบอาชีพค้าขายหรือทำธุรกิจส่วนตัว (30.3%) มีรายได้ไม่น้อยกว่า 10,000 บาท จำนวน 40.0% รองลงมามีรายได้ 10,001 - 20,000 บาท (32.8%) มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดอื่นๆ นอกเขตภาคตะวันออก เท่ากับ 55.0% รองลงมามีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดอื่นๆ ในเขตภาคตะวันออก (26.8%) ซึ่งผู้บริโภคจะมาตลาดหนองมน เดือนละครั้ง จำนวน 52.3% รองลงมาตลาดหนองมน 2 ครั้งต่อเดือน (13.5%) และทุกครั้งที่ผ่านมา จังหวัดชลบุรีหรือบางแสนจะแวะตลาดหนองมนในบางครั้ง (68.0%) รองลงมาจะแวะตลาดหนองมน ทุกครั้ง (18.8%) โดยมีวัตถุประสงค์ในการแวะตลาดหนองมนคือ เพื่อมาเที่ยวที่ตลาดจำนวน 41.0% รองลงมาจะมาเพื่อซื้อของฝาก (33.3%) ซึ่งผู้บริโภคจะแวะซื้อของที่ตลาดหนองมนเพราะความหลากหลายของชนิดอาหาร (46.8%) รองลงมาจะแวะซื้อของที่ตลาดหนองมนเพราะชื่อเสียงของตลาด (20.8%) ซึ่งทุกครั้งที่มาตลาดหนองมน ผู้บริโภคแต่ละคนจะใช้จ่ายโดยเฉลี่ย 101 – 300 บาท จำนวน 55.0% รองลงมาจะใช้จ่ายเฉลี่ยน้อยกว่า 100 บาท (22.3%) และผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าจะกลับมาตลาดหนองมนอีกครั้งอย่างแน่นอน (85.5%) ขณะที่ผู้บริโภคอีก 14.5% ตอบว่าอาจจะกลับมาอีกครั้ง ข้อมูลดังรายละเอียดในตารางที่ 4

4.5.2 ข้อมูลความต้องการอาหาร

จากการศึกษา พบว่า ผู้บริโภคที่มาตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่เลือกซื้อข้าวหลาม ขนมจาก มันฉาบ เผือกฉาบ กล้วยฉาบ ทูเรียนทอด ขนุนทอด ขนมหม้อแกง ทองม้วน ข้าวเกรียบกุ้ง ปลาเส้น ปาท่องโก๋ ทอดมันปลา และฮ่อยจ๊อ จากตลาดหนองมนนานๆ ครั้ง (4.0% – 52.3%) ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 จำนวนของผู้บริโภคที่มาตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
หญิง	213	53.25
ชาย	187	46.75
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	17	4.25
21 - 30 ปี	200	50.0
31 - 40 ปี	151	37.75
41 - 50 ปี	32	8.0
น้ำหนัก		
46-55 กก.	194	48.5
56-65 กก.	50	12.5
66-75 กก.	129	32.25
76 กก.ขึ้นไป	27	6.75
ส่วนสูง		
160 – 169 ซม.	277	69.25
170 – 179 ซม.	123	30.75
สถานภาพสมรส		
โสด	186	46.5
สมรส	177	44.25
หย่าร้าง	37	9.25
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า	22	5.5
มัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1 - ม.3)	32	8.0
มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)	44	11.0
อาชีวศึกษา หรืออนุปริญญา	92	23.0
ปริญญาตรี	210	52.5

ตารางที่ 4 (ต่อ) จำนวนของผู้บริโภคที่มาตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ		
รับจ้าง	70	17.5
นักเรียน นิสิต นักศึกษา	126	31.5
ค้าขาย / ธุรกิจส่วนตัว	121	30.25
รับราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	81	20.25
อื่นๆ	2	0.5
รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 10,000 บาท	160	40.0
10,001 - 20,000 บาท	131	32.75
20,001 - 30,000 บาท	76	19.0
30,001 - 40,000 บาท	25	6.25
40,001 - 50,000 บาท	8	2.0
ภูมิลำเนา		
จังหวัดชลบุรี	73	18.25
จังหวัดอื่นๆ ในเขตภาคตะวันออก	107	26.75
จังหวัดอื่นๆ นอกเขตภาคตะวันออก	220	55.0
ความถี่ในการมาตลาดหนองมน		
ทุกวัน	9	2.25
สัปดาห์ละครั้ง	40	10.0
2 ครั้งต่อสัปดาห์	31	7.75
มากกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์	9	2.25
เดือนละครั้ง	209	52.25
2 ครั้งต่อเดือน	54	13.5
มากกว่า 2 ครั้งต่อเดือน	18	4.5
ปีละครั้ง	30	7.5
การถี่ในการแวะตลาดหนองมน เมื่อมาจังหวัดชลบุรี		
แวะบางครั้ง	272	68.0
แวะทุกครั้ง	75	18.75
ไม่แวะ	53	13.25

ตารางที่ 4 (ต่อ) จำนวนของผู้บริโภคที่มาตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
สาเหตุที่มาตลาดหนองมน		
เที่ยว	164	41.0
ซื้อของฝาก	133	33.25
รับประทานอาหาร	70	17.5
ขายของ / ทำงานที่ตลาดหนองมน	33	8.25
เหตุผลหลักที่แวะซื้อของที่ตลาดหนองมน		
ความหลากหลายของชนิดอาหาร	187	46.75
ชื่อเสียงของตลาดหนองมน	83	20.75
รสชาติของอาหาร	35	8.75
ความสด ใหม่ สะอาดของอาหาร	28	7.0
ราคาที่สมเหตุสมผล	34	8.5
อื่นๆ	33	8.25
ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยที่มาตลาดหนองมน		
น้อยกว่า 100 บาท	89	22.25
101-300 บาท	220	55.0
301-500 บาท	39	9.75
501-1000 บาท	7	1.75
มากกว่า 1,000 บาท	1	0.25
ไม่ซื้ออะไรเลย	44	11.0
การกลับตลาดหนองมน		
กลับมาแน่นอน	342	85.5
อาจจะกลับมา	58	14.5
รวม	400	100.0

ตารางที่ 5 จำนวน และร้อยละของผู้บริโภคที่ตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำแนกตามความบ่อยครั้งในการเลือกซื้ออาหารจากตลาดหนองมน (N = 400)

ชนิดของอาหาร	ความบ่อยครั้งในการเลือกซื้ออาหารจากตลาดหนองมน					
	ทุกครั้ง		นานๆ ครั้ง		ไม่ซื้อเลย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ข้าวหลาม	123	30.8	156	39.0	121	30.3
2. ขนมจาก	117	29.3	121	30.3	162	40.5
3. มันฉาบ	7	1.8	137	34.3	256	64.0
4. ผีอกฉาบ	6	1.5	140	35.0	254	63.5
5. กลั้วฉาบ	0	0.0	65	16.3	335	83.8
6. กลั้วแขก	0	0.0	0	0.0	0	0.0
7. เครปซี่้อคโกแลต	0	0.0	0	0.0	0	0.0
8. ทูเรียนทอด	9	2.3	182	45.5	209	52.3
9. ขนุนทอด	8	2.0	166	41.5	226	56.5
10. ขนมหม้อแกง	72	18.0	209	52.3	119	29.8
11. ทองม้วน	0	0.0	24	6.0	376	94.0
12. ข้าวเกรียบกุ้ง	17	4.3	45	11.3	338	84.5
13. ปลาเส้น	13	3.3	193	48.3	194	48.5
14. ปาท่องโก๋	0	0.0	16	4.0	384	96.0
15. ขนมไข่หงส์	0	0.0	0	0.0	0	0.0
16. ทอดมันปลา	8	2.0	165	41.3	227	56.8
17. เกี้ยวทอด	0	0.0	0	0.0	0	0.0
18. ฮ้อยจ้อ	108	27.0	107	26.8	185	46.3
19. ปอเปี๊ยะทอด	0	0.0	0	0.0	0	0.0
20. ชาไข่มุก	0	0.0	0	0.0	0	0.0

จากการศึกษา พบว่า ผู้บริโภคที่ตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่จะซื้อของจากตลาดหนองมนดังนี้

1. ข้าวหลาม จำนวน 4 กระบอก (ราคา 100 บาท) จำนวน 74.6% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 4 กระบอก (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 4 กระบอก (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0%
2. ขนมจาก จำนวน 8 มัด (ราคา 200 บาท) จำนวน 39.1% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 4 มัด (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 4 มัด (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0%

3. มันฉาบ จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 75.5% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0%

4. เผือกฉาบ จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 86.3% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0%

5. กล้วยฉาบ จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0%

6. ทูเรียนทอด จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 57.1% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 93.7% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0%

7. ขนุนทอด จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 56.3% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 90.2% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0%

8. ขนมห่ม้อยแกง จำนวน 6 ถาด (ราคา 200 บาท) คิดเป็น 54.4% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 3 ถาด (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 95.4% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 3 ถาด (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 91.8%

9. ทองม้วน จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0%

10. ข้าวเกรียบกุ้ง จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 100.0% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 1 ถุง (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 100.0% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 1 ถุง (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 56.8%

11. ปาท่องโก๋ จำนวน 10 ตัว (ราคา 20 บาท) คิดเป็น 100.0% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 10 ตัว (ราคา 20 บาท) คิดเป็น 100.0%

12. ทอดมันปลา จำนวน 16 ชิ้น (ราคา 20 บาท) คิดเป็น 60.7% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 16 ตัว (ราคา 20 บาท) คิดเป็น 60.7%

13. ส้อยจ้อ จำนวน 2 เส้น (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 44.2% โดยซื้อเพื่อรับประทานเอง จำนวน 2 เส้น (ราคา 100 บาท) คิดเป็น 62.3% และซื้อเพื่อเป็นของฝาก จำนวน 1 เส้น (ราคา 50 บาท) คิดเป็น 44.2% ดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวน และร้อยละของผู้บริโภคที่ตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำแนกตามปริมาณในการซื้ออาหาร ปริมาณในการรับประทานเอง และปริมาณที่ซื้อเป็นของฝากจากตลาดหนองมน (N = 400)

ชนิดของอาหาร	ปริมาณในการซื้อ		ปริมาณในการรับประทานเอง	ปริมาณที่ซื้อเป็นของฝาก
1. ข้าวหลาม	4 กระบอ (100 บาท)	74.6 (208)	100.0(279)	100.0 (71)
	8 กระบอ (200 บาท)	25.4 (71)	0.0 (0)	0.0 (0)
2. ขนมจาก	4 มัด (100 บาท)	39.1 (93)	100.0 (238)	100.0 (145)
	8 มัด (200 บาท)	60.9 (145)	0.0 (0)	0.0 (0)
3. มันฉาบ	1 ถุง (50 บาท)	75.7 (109)	100.0 (144)	100.0 (35)
	2 ถุง (100 บาท)	24.3 (35)	0.0 (0)	0.0 (0)
4. เผือกฉาบ	1 ถุง (50 บาท)	86.3 (126)	100.0 (146)	100.0 (20)
	2 ถุง (100 บาท)	13.7 (20)	0.0 (0)	0.0 (0)
5. กลั้วฉาบ	1 ถุง (50 บาท)	100.0 (65)	100.0 (45)	100.0 (20)
6. ทูเรียนทอด	1 ถุง (100 บาท)	57.1 (109)	93.7 (179)	100.0 (70)
	2 ถุง (200 บาท)	42.9 (82)	6.3 (12)	0.0 (0)
7. ขนุนทอด	1 ถุง (100 บาท)	56.3 (98)	90.2 (157)	100.0 (59)
	2 ถุง (200 บาท)	43.7 (76)	9.8 (17)	0.0 (0)
8. ขนมหม้อแกง	3 ถาด (100 บาท)	36.3 (102)	95.4 (268)	91.8 (112)
	6 ถาด (200 บาท)	54.4 (153)	4.6 (13)	8.2 (10)
	9 ถาด (300 บาท)	9.3 (26)	0.0 (0)	0.0 (0)
9. ทองม้วน	1 ถุง (50 บาท)	100.0 (24)	100.0 (24)	6.0 (0)
10. ข้าวเกรียบกุ้ง	1 ถุง (50 บาท)	100.0 (62)	100.0 (50)	100.0 (12)
11. ปลาเส้น	1 ถุง (100 บาท)	41.7 (86)	94.9 (185)	87.3 (96)
	2 ถุง (200 บาท)	56.8 (117)	5.1 (10)	12.7 (14)
	3 ถุง (300 บาท)	1.5 (3)	0.0 (0)	0.0 (0)
12. ปาท่องโก๋	10 ตัว (20 บาท)	100.0 (16)	100.0 (16)	0.0 (0)
13. ทอดมันปลา	16 ชิ้น (20 บาท)	60.7 (105)	60.7 (105)	0.0 (0)
	24 ชิ้น (30 บาท)	31.2 (54)	31.2 (54)	0.0 (0)
	32 ชิ้น (40 บาท)	8.1 (14)	8.1 (14)	0.0 (0)
14. ส้อยจ้อ	1 เส้น (50 บาท)	5.1 (11)	33.5 (72)	44.2 (61)
	2เส้น (100 บาท)	44.2 (95)	62.3 (134)	43.5 (60)
	3 เส้น (150 บาท)	27.0 (58)	4.2 (9)	12.3 (17)
	4 เส้น (200 บาท)	10.2 (22)	0.0 (0)	0.8 (3)
	5 เส้น (250 บาท)	12.1 (26)	0.0 (0)	0.0 (0)
	6เส้น (300 บาท)	1.4 (3)	0.0 (0)	0.0 (0)

4.5.3 ข้อมูลความรู้พื้นฐานด้านอาหารปลอดภัยและพฤติกรรมความเสี่ยงของผู้บริโภค

จากการศึกษา พบว่า ผู้บริโภคที่มาตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่ไม่แน่ใจเกี่ยวกับการได้ยินเรื่อง “อาหารปลอดภัย” จำนวน 57.5% รองลงมาเคยได้ยิน (42.5%) และผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่แน่ใจเกี่ยวกับการได้ยินเรื่อง “สารปนเปื้อนในอาหาร” คิดเป็นจำนวน 55.5% รองลงมาเคยได้ยิน (42.5%) รวมทั้งไม่รู้จักร “สารอะคริลาไมด์” เป็นจำนวนถึง 91.8% รองลงมาไม่แน่ใจ (8.2%) เมื่อถามผู้บริโภคว่า “สารปนเปื้อนในอาหารจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระดับใด” พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ตอบว่าอยู่ในระดับปานกลาง (68.5%) รองลงมาตอบว่าจะส่งผลร้ายแรง (27.3%) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเลือกซื้ออาหารเพราะรสชาติของอาหาร (37.3%) รองลงมาจะเลือกซื้ออาหารเพราะสีกลิ่น (22.5%) และผู้บริโภคจำนวน 400 คนที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามระบุว่า จะไม่ซื้ออาหารที่มีสารปนเปื้อนแม้จะเป็นอาหารที่ชอบรับประทาน เป็นอาหารที่มีรสชาติที่ดีกว่า และเป็นอาหารที่มีราคาที่ถูกลงกว่า รวมทั้งผู้บริโภคส่วนใหญ่จะชอบรับประทานอาหารที่มีรสเปรี้ยว (30.5%) รองลงมาจะชอบรับประทานอาหารที่มีรสเผ็ด (28.3%) ซึ่งผู้บริโภคทุกคนที่ร่วมตอบแบบสอบถามคิดว่าน้ำตาลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อรสชาติของอาหาร และ 93.0% ของผู้บริโภคที่ร่วมตอบแบบสอบถามรู้จัก “กรดอะมิโน” รองลงมาไม่แน่ใจ (7.0%) และทราบว่า “กรดอะมิโน” เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย จำนวน 71.3% รองลงมาไม่แน่ใจว่า “กรดอะมิโน” เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่ (28.8%) แต่ผู้บริโภคทุกคนที่ร่วมตอบแบบสอบถามเข้าใจว่าน้ำมันพืชปรุงอาหารได้ อร่อยกว่าน้ำมันหมู และมีผู้บริโภคจำนวน 32.5% ชอบรับประทานอาหารที่ปรุงด้วยการย่าง รองลงมาชอบอาหารที่ปรุงด้วยการทอด (29.0%) และผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานไก่ย่าง (80.3%) รองลงมาชอบรับประทานขนมปังปิ้ง (14.5%) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวน และร้อยละของผู้บริโภคที่ตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำแนกตามความรู้พื้นฐานด้านอาหารปลอดภัยและพฤติกรรมความเสี่ยงของผู้บริโภค

พื้นฐานด้านอาหารปลอดภัยและพฤติกรรมความเสี่ยงของผู้บริโภค	จำนวน	ร้อยละ
1. การได้ยินเรื่อง “อาหารปลอดภัย”		
ไม่แน่ใจ	230	57.5
เคย	170	42.5
2. การได้ยินเรื่อง “สารปนเปื้อนในอาหาร”		
ไม่แน่ใจ	222	55.5
เคย	170	42.5
ไม่เคย	8	2.0
3. การรู้จัก “สารอะคริลาไมด์”		
ไม่รู้จัก	367	91.75
ไม่แน่ใจ	33	8.25
4. “สารปนเปื้อนในอาหารจะส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค” อย่างไร		
ส่งผลเล็กน้อย	17	4.25
ส่งผลปานกลาง	274	68.5
ส่งผลร้ายแรง	109	27.25
5. เหตุผลหลักที่ทำให้เลือกซื้ออาหาร		
รสชาติ	149	37.25
สีสัมผัส	90	22.5
ราคา	81	20.25
คุณค่า	40	10.0
โฆษณา	40	10.0
6. อาหารที่ชอบมีสารปนเปื้อน จะยังซื้ออาหารนั้นหรือไม่		
ไม่ซื้อ	400	100.0
7. อาหารที่มีสารปนเปื้อนมีรสชาติที่ดีกว่าอาหารที่ปราศจากการปนเปื้อน จะยังซื้ออาหารนั้นหรือไม่		
ไม่ซื้อ	400	100.0
8. อาหารที่มีสารปนเปื้อนมีราคาถูกกว่าอาหารที่ปราศจากการปนเปื้อน จะยังซื้ออาหารนั้นหรือไม่		
ไม่ซื้อ	400	100.0

ตารางที่ 7 (ต่อ) จำนวน และร้อยละของผู้บริโภคที่ตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำแนกตามความรู้พื้นฐานด้านอาหารปลอดภัยและพฤติกรรมความเสี่ยงของผู้บริโภค

พื้นฐานด้านอาหารปลอดภัยและพฤติกรรมความเสี่ยงของผู้บริโภค	จำนวน	ร้อยละ
9. รสชาติอาหารที่ชอบรับประทาน		
เปรี้ยว	122	30.5
เผ็ด	113	28.25
เค็ม	87	21.75
หวาน	78	19.5
10. น้ำตาล เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อรสชาติอาหาร ใช่หรือไม่		
ใช่	400	100.0
11. รู้จัก “กรดอะมิโน” หรือไม่		
รู้จัก	372	93.0
ไม่แน่ใจ	28	7.0
12. “กรดอะมิโน” เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ใช่หรือไม่		
ใช่	285	71.25
ไม่แน่ใจ	115	28.75
13. น้ำมันพืชปรุงอาหารได้ร่อยกว่าน้ำมันหมู ใช่หรือไม่		
ใช่	400	100.0
14. การปรุงอาหารที่ชอบรับประทาน		
ย่าง	130	32.5
ทอด	116	29.0
ต้ม	79	19.75
ผัด	51	12.75
ลวก	24	6.0
15. อาหารที่ชอบรับประทาน		
ไก่ย่าง	321	80.25
ขนมปังปิ้ง	58	14.5
น้ำเต้าหู้	14	3.5
ถั่วต้ม	7	1.75
รวม	400	100.0



4.6 การประมาณการได้รับสารอะคริลาไมด์ของผู้บริโภคต่อวัน

เมื่อนำข้อมูลของสารอะคริลาไมด์ที่พบในอาหารตัวอย่าง 16 ชนิดที่สุ่มมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความต้องการอาหารและพฤติกรรมของผู้บริโภค สามารถประมาณการได้รับสารอะคริลาไมด์ของผู้บริโภคต่อวันสรุปได้ดังตารางที่ 8 กล่าวคือ มีระดับการบริโภคโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.16-24.14 กรัมต่อวัน คิดเป็น 0.27-141.92 นาโนกรัมต่อ กก.ของน้ำหนักร่างกายโดยเฉลี่ยของผู้หญิง หรือ 0.23-118.26 นาโนกรัมต่อ กก.ของน้ำหนักร่างกายโดยเฉลี่ยของผู้ชาย โดยพบว่าอาหารที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดในการได้รับสารอะคริลาไมด์คือ ขนมหาก (141.92 และ 118.26 นาโนกรัมต่อ กก.ของน้ำหนักร่างกายโดยเฉลี่ยของผู้หญิงและผู้ชาย ตามลำดับ) ดังแสดงการคำนวณในภาคผนวกที่ 8 ปริมาณความเสี่ยงในระดับปานกลางพบได้เรียงตามลำดับคือ ข้าวหลาม > ขนมหอมแฉะ > เผือกฉาบ > มันฉาบ > กลัวยฉาบ > ปาท่องโก๋

4.7 การติดตามความคงตัวของสารอะคริลาไมด์ในปาท่องโก๋ด้วยระบบย่อยจำลอง

4.7.1 การหาค่าเฉลี่ยเวลาในการบดเคี้ยวอาหาร

ค่าเฉลี่ยเวลาในการบดเคี้ยวอาหารของกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุน้อยกว่า 20 ปี ทั้งชายและหญิง คือ 21.10 ± 10.75 วินาที, ช่วงอายุ 21-30 ปี คือ 15.17 ± 3.67 วินาที, ช่วงอายุ 31-40 ปี คือ 17.50 ± 4.80 วินาที, ช่วงอายุ 41-50 ปี คือ 18.38 ± 6.92 วินาที และช่วงอายุมากกว่า 50 ปี คือ 29.68 ± 16.22 วินาที โดยค่าเฉลี่ยเวลาการบดเคี้ยวอาหารรวมของอาสาสมัครจำนวน 100 คน คือ 21 ± 10.45 วินาที

4.7.2 ลักษณะของปาท่องโก๋ก่อนและหลังการย่อยในระบบย่อยอาหารจำลอง

ลักษณะของปาท่องโก๋ก่อนที่จะมีการย่อยจะมีสีเหลืองออกน้ำตาลอ่อนๆ เนื้อนุ่ม และยังคงลักษณะรูปร่างได้ หลังจากผ่านการย่อยแล้วปาท่องโก๋มีลักษณะยุบ คล้ายโจ๊ก มีสีขาวอมเหลือง ไม่สามารถที่จะคงรูปได้

4.7.3 การวิเคราะห์การดูดซึมของอะคริลาไมด์ในระบบย่อยอาหารจำลองโดยเทคนิค HPLC

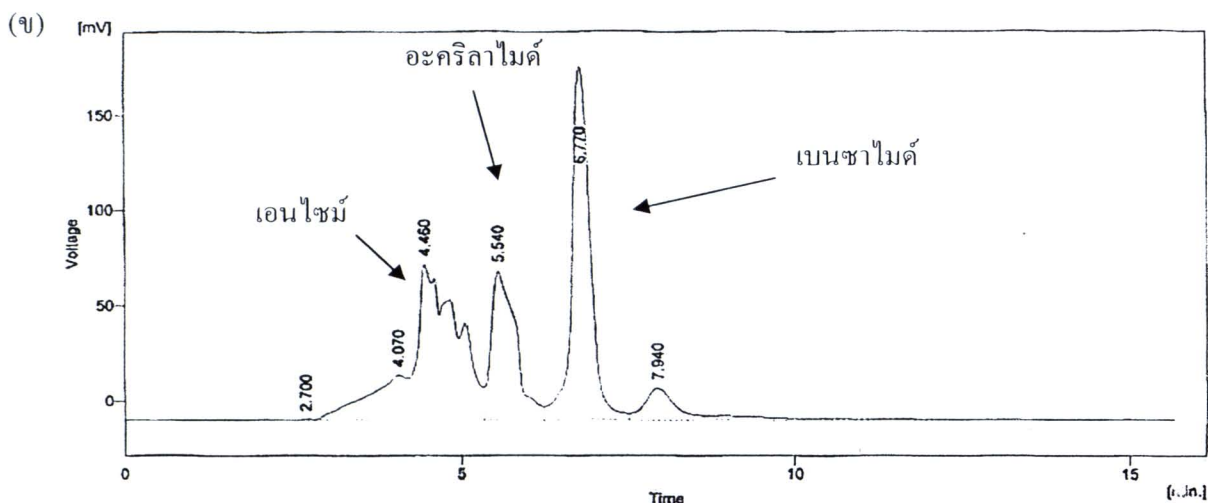
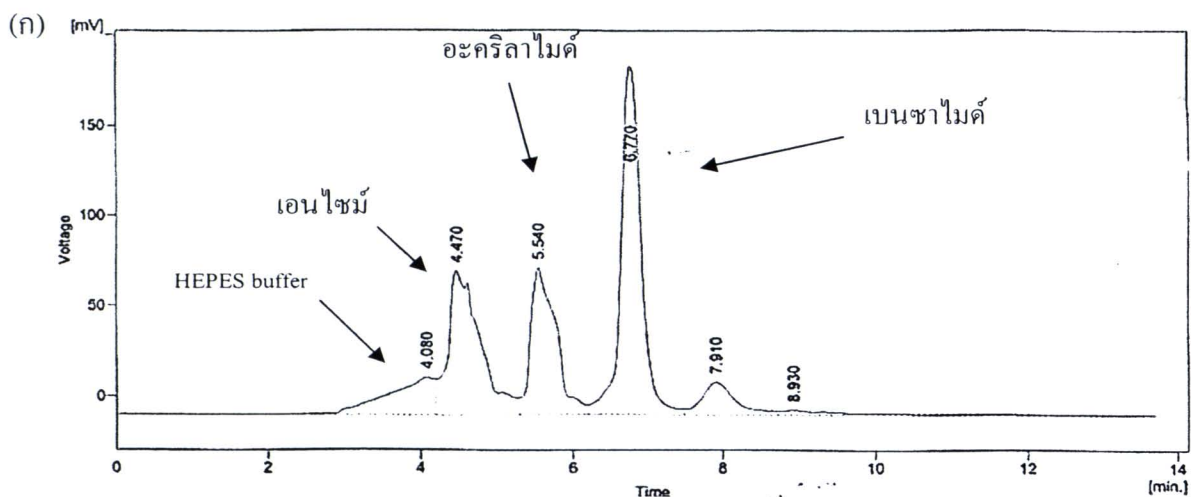
การวิเคราะห์การดูดซึมของสารอะคริลาไมด์ในระบบย่อยอาหารจำลองโดยเทคนิค HPLC เมื่อใช้ปาท่องโก๋ผสมสารอะคริลาไมด์เป็นตัวอย่าง พบว่า สารละลายส่วนด้านในถุงไดอะไลซิสที่คาดว่า เป็นสารที่สามารถดูดซึมเข้าเส้นเลือดฝอยของลำไส้เล็ก พบพิคที่เวลาต่างกันดังนี้ คือ ประมาณนาที่ที่ 4.08, 4.47, 5.54, 6.77 และ 7.91 (ภาพที่ 6) ซึ่งคาดว่า คือพิคของ HEPES buffer สารละลายเอนไซม์ในระบบย่อย สารอะคริลาไมด์ สารเบนซาไมด์ และสารที่ไม่ทราบชนิด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองควบคุมที่ไม่มีสารอะคริลาไมด์ (ภาพที่ 7) และสารเคมีแต่ละชนิด (ภาคผนวกที่ 9) ที่ทำการวิเคราะห์ในสถานะเดียวกัน จากการวิเคราะห์พื้นที่ใต้พิคของสารอะคริลาไมด์เทียบกับพื้นที่ใต้พิคของ

ตารางที่ 8 ความเสี่ยงในการได้รับสารอะคริลาไมด์ต่อวันของผู้บริโภคอาหารในตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี และตรวจพบสารอะคริลาไมด์เป็นป็น

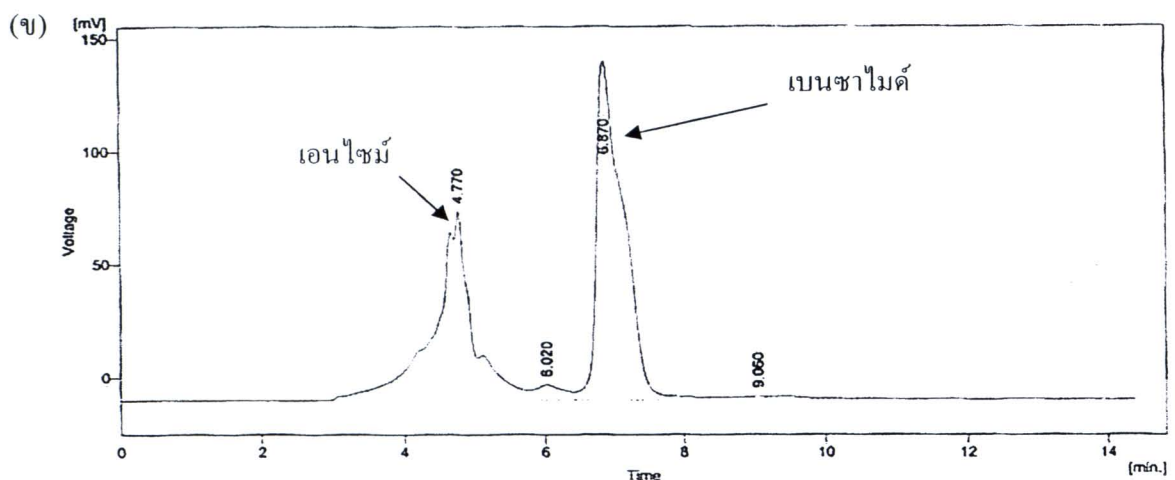
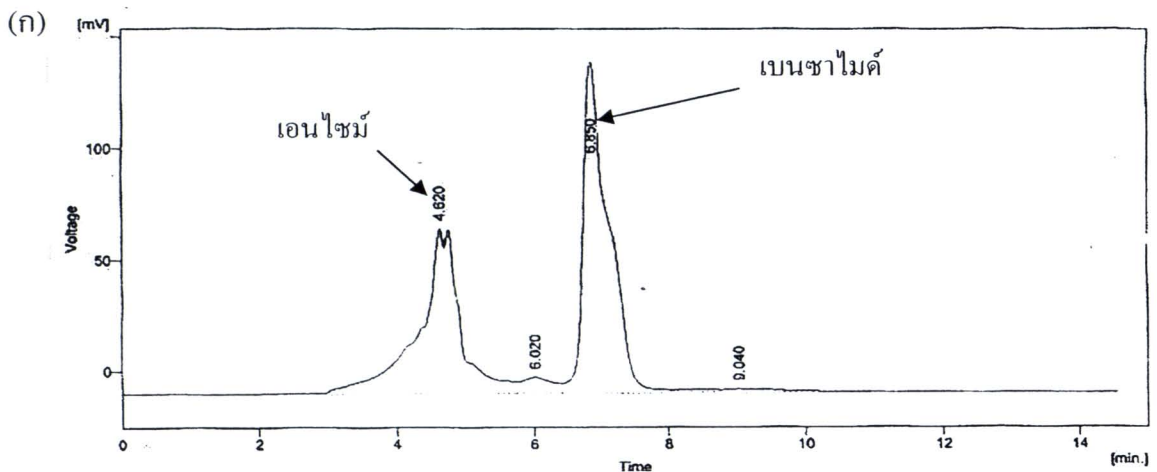
ชนิดของตัวอย่างอาหาร	การบริโภคโดยเฉลี่ย (กรัมต่อวัน)	ปริมาณอะคริลาไมด์ (ไมโครกรัมต่อกก.)	ความเสี่ยงในการได้รับต่อวัน (นาโนกรัม ต่อ กก.ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน)	
			ผู้หญิง	ผู้ชาย
ข้าวหลาม	24.14	91.09	43.98	36.65
ขนมจาก	21.34	332.51	141.92	118.26
ขนมหม้อแกง	8.48	105.34	17.87	14.89
ปาท่องโก๋	0.16	84.54	0.27	0.23
เผือกฉาบ	1.82	368.98	13.43	11.19
มันฉาบ	1.82	213.50	7.77	6.48
กล้วยฉาบ	1.56	81.24	2.54	2.11

* ชนิดของตัวอย่างอาหาร เรียงตามกำลังการซื้อ-ขาย จากมากไปน้อย

สารอะคริลาไมด์มาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น (ภาคผนวกที่ 10) พบปริมาณสารอะคริลาไมด์ที่ถูกดูดซึมประมาณ 995.07 ไมโครกรัมต่อมล. คิดเป็น 48.45% ของปริมาณสารอะคริลาไมด์เริ่มต้นที่ใส่ในระบบย่อย สำหรับการวิเคราะห์สารละลายส่วนด้านนอกถุงไดอะไลซิส พบโครมาโทแกรมที่มีลักษณะเดียวกับส่วนด้านในถุงไดอะไลซิส แต่มีพีคซึ่งคาดว่าเป็นพีคของเอนไซม์เพิ่มจำนวนขึ้น ปริมาณของสารอะคริลาไมด์เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ใต้พีคเทียบกับสารอะคริลาไมด์มาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น มีปริมาณ 1058.74 ไมโครกรัมต่อมล. คิดเป็น 51.55% ของปริมาณสารอะคริลาไมด์เริ่มต้นในระบบย่อย (ภาพที่ 6ข)

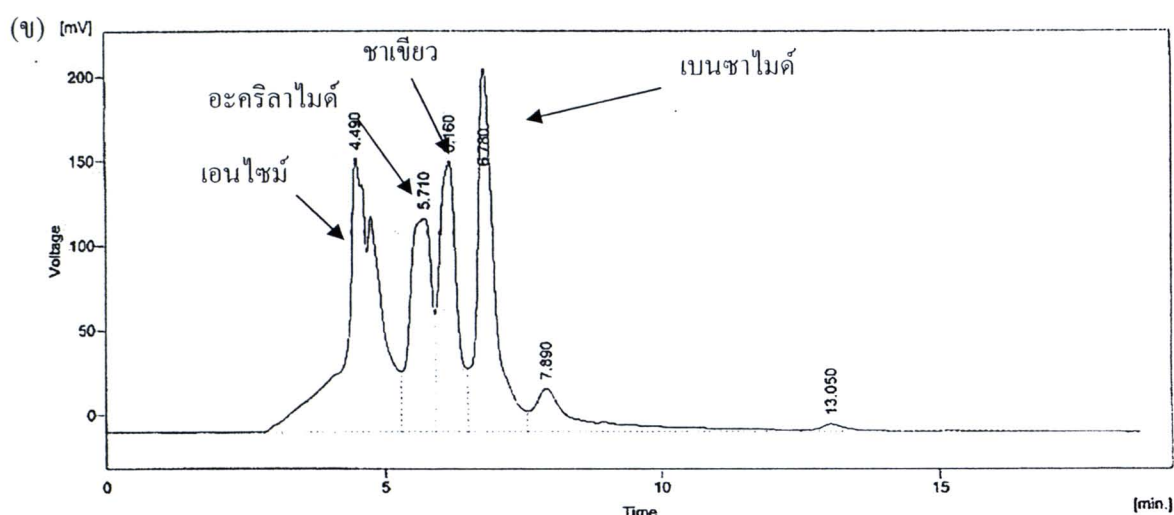
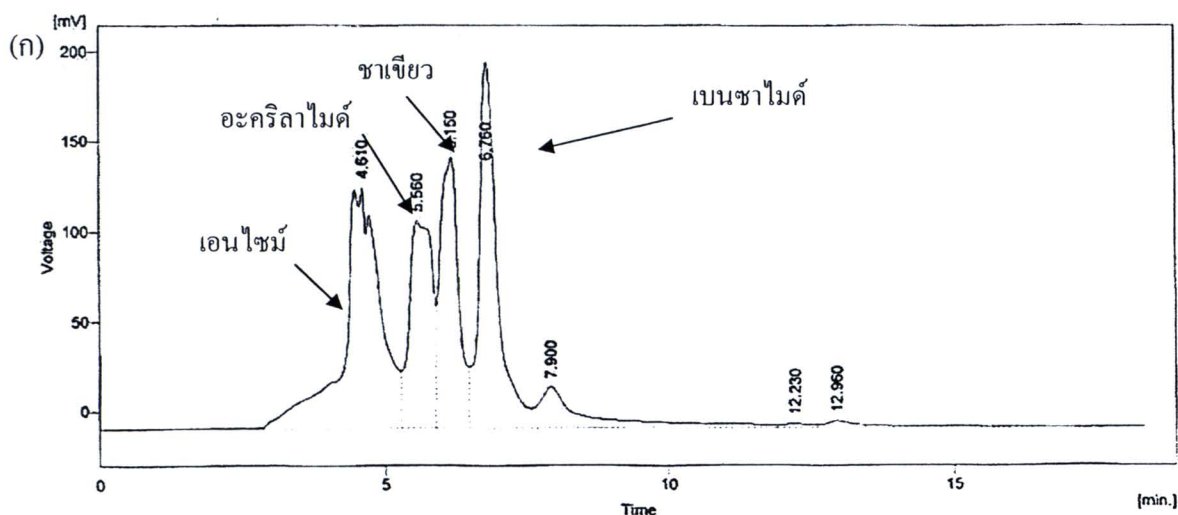


ภาพที่ 6 โครมาโทแกรมของปาท่องโก๋ผสมสารอะคริลาไมด์ที่ผ่านการย่อยในระบบย่อยอาหารจำลอง (ก) ส่วนด้านในถุงไดอะไลซิส (ข) ส่วนด้านนอกถุงไดอะไลซิส เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC คอลัมน์ที่ใช้ คือ MicroBondapak C₁₈ 3.9x300 mm 10μm 125Å ที่มีเฟสเคลื่อนที่ คือ อะซิโตนไทรล์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ด้วยอัตราการไหล 0.5 มล.ต่อนาที ติดตามจากค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร



ภาพที่ 7 โครมาโทแกรมของปาท่องโก๋ชุดควบคุมที่ผ่านการย่อยในระบบย่อยอาหารจำลอง (ก) ส่วนด้านในถุงไดอะไลซิส (ข) ส่วนด้านนอกถุงไดอะไลซิส เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC คอลัมน์ที่ใช้ คือ MicroBondapak C₁₈ 3.9x300 mm 10μm 125Å ที่มีเฟสเคลื่อนที่ คือ อะซิโตนไนไตรล์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 (ปริมาตรต่อปริมาตร) อัตราการไหล 0.5 มล.ต่อนาที ติดตามจากค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณอะคริลาไมด์ที่ดูดซึมในสภาวะที่มีชาเขียวอยู่ด้วย พบลักษณะโครมาโทแกรมที่คล้ายกับที่ได้จากการวิเคราะห์ในปาท่องโก๋ผสมอะคริลาไมด์ ยกเว้นพบพิกนатиที่ 6.15 ซึ่งคาดว่า คือ สารประกอบในชาเขียว (ภาพที่ 8) ผลการทดลองที่ได้ไม่พบการลดการดูดซึมของอะคริลาไมด์ในระบบย่อยอาหาร เมื่อมีชาเขียวผสมอยู่



ภาพที่ 8 โครมาโทแกรมของปาท้องโกที่ผสมอะคริลาไมด์และชาเจียวเมื่อผ่านการย่อยในระบบย่อยอาหารจำลอง (ก) ส่วนด้านในถุงไดอะไลซิส (ข) ส่วนด้านนอกถุงไดอะไลซิส เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC คอลัมน์ที่ใช้ คือ MicroBondapak C₁₈ 3.9x300 mm 10µm 125Å ที่มีเฟสเคลื่อนที่ คือ อะซิโตนไตร์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ด้วยอัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที ติดตามจากค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร

4.8 การพัฒนาวิธีการผลิตมันเทศทอดที่สามารถลดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์

วิธีการเตรียมชิ้นต้นมีผลต่อค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของแผ่นมันเทศหลังทอด ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9) การแช่แผ่นมันเทศในน้ำหรือสารละลายต่างๆ รวมทั้งการลวกในน้ำก่อนการทอดมีผลต่อสีของมันเทศแผ่นกรอบอย่างชัดเจน ($\Delta E = 6.1-15.6$) การแช่แผ่นมันเทศในระบบที่มีกรดซิตริกผสมอยู่ให้มันเทศแผ่นกรอบที่มีสีเหลืองทอง ขณะที่การแช่ในระบบที่มีไกลซีนพบว่าให้มันเทศแผ่นกรอบสีน้ำตาลคล้ำ แต่การลวกในน้ำพบว่ามันเทศแผ่นกรอบมีสีเหลืองซีด

สำหรับผลต่อปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันของมันเทศแผ่นกรอบ ($p < 0.05$) พบว่ามันเทศแผ่นกรอบที่ผ่านการเตรียมชิ้นต้นมีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันสูงกว่ามันเทศแผ่นกรอบชุดควบคุม (ตารางที่ 10) และการแช่มันเทศในระบบที่มี CaCl_2 (1.0%) ส่งผลให้มันเทศแผ่นกรอบมีค่าความแข็งสูงขึ้น และการลวกทำให้แผ่นมันเทศมีลักษณะที่นุ่มและเหี่ยว เมื่อนำไปทอดได้มันเทศแผ่นกรอบที่เหี่ยวไม่กรอบ อย่างไรก็ตามแผ่นมันเทศที่แช่ในกรดซิตริก ซึ่งถึงไม่มีลักษณะนุ่มเช่นเดียวกับที่ผ่านการลวกในน้ำร้อน แต่พบว่ามีค่าความแข็งใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ผ่านการลวก แต่การแช่แผ่นมันเทศในระบบที่มีกรดซิตริก (1.0%) ร่วมกับ CaCl_2 (1.0%) พบว่า มันเทศแผ่นกรอบมีค่าความแข็งสูงขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการเตรียมชิ้นต้นมีผลต่อคะแนนความชอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ($p < 0.5$) โดยเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวม (ตารางที่ 11) พบว่า กลุ่มผู้ทดสอบไม่ยอมรับมันเทศแผ่นกรอบที่ผ่านการลวกก่อนทอด เพราะเหี่ยวไม่กรอบ การแช่ในกรดซิตริก (1.0%) เป็นส่วนผสม ทำให้มันเทศแผ่นกรอบมีรสเปรี้ยวเฝื่อนของกรดซิตริก มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย ส่วนการแช่ในไกลซีน (0.4%) ให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับเดียวกับมันเทศแผ่นกรอบชุดควบคุม แต่มีคะแนนความชอบด้านสีต่ำลงถึงระดับไม่ชอบปานกลางเนื่องจากมีสีน้ำตาลคล้ำ แต่การแช่ในระบบที่มีกรดซิตริก (1.0%) ร่วมกับไกลซีน (0.4%) พบว่า สามารถลดความเปรี้ยวเฝื่อนและสีคล้ำของมันเทศแผ่นกรอบได้ โดยมีคะแนนความชอบด้านสีและรสชาติสูงขึ้นในระดับชอบเล็กน้อย การแช่ในน้ำ หรือในระบบที่มี CaCl_2 (1.0%) พบว่า กลุ่มผู้ทดสอบให้ระดับความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งจากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า การแช่ในกรดซิตริก (0.1%) และ CaCl_2 (0.5%) ให้มันเทศแผ่นกรอบที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

ตารางที่ 9 ค่าสีของแผ่นมันเทศทอดที่มีการเตรียมขึ้นต้นก่อนการทอดต่างกัน

สถานะการเตรียมชิ้นต้น	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	L*	a*	b*	ΔE	Hue angle
ชุดควบคุม (ไม่มีการเตรียมชิ้นต้น)	47.32 ± 2.16 ^b	12.61 ± 0.44 ^a	31.68 ± 4.79 ^c	0.00 ± 0.00	68.05 ± 2.88
การลวกที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 10 นาที	51.03 ± 0.86 ^{ab}	8.39 ± 0.45 ^b	36.36 ± 1.30 ^{abc}	8.09 ± 1.49	77.01 ± 0.27
การแช่ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 75 นาที ใน น้ำกลั่น	50.93 ± 1.33 ^{ab}	10.37 ± 0.37 ^{ab}	36.04 ± 5.22 ^{bc}	6.13 ± 1.49	73.78 ± 1.87
	55.70 ± 2.93 ^{ab}	8.64 ± 3.80 ^b	41.19 ± 3.43 ^{ab}	14.41 ± 6.10	77.90 ± 6.12
สารละลายกรดซิตริก (1.0%)	51.07 ± 6.21 ^{ab}	11.22 ± 1.70 ^{ab}	32.74 ± 3.24 ^c	7.51 ± 3.41	70.95 ± 3.82
ไกลซีน (0.4%)	50.99 ± 7.80 ^{ab}	11.27 ± 0.82 ^b	35.97 ± 3.49 ^{bc}	7.28 ± 8.14	72.45 ± 2.65
CaCl ₂ (1.0%)	58.68 ± 5.75 ^a	8.54 ± 0.89 ^b	40.34 ± 2.58 ^{ab}	15.62 ± 4.48	78.05 ± 0.53
กรดซิตริก (1.0%) + ไกลซีน (0.4%)	53.94 ± 5.91 ^{ab}	11.14 ± 0.72 ^{ab}	43.14 ± 1.25 ^a	13.56 ± 6.96	75.53 ± 0.62
กรดซิตริก (1.0%) + CaCl ₂ (1.0%)	52.83 ± 6.63 ^{ab}	10.38 ± 1.20 ^{ab}	41.25 ± 5.77 ^{ab}	12.32 ± 10.19	75.59 ± 3.61
ไกลซีน (0.4%) + CaCl ₂ (1.0%)	53.32 ± 1.18 ^{ab}	8.99 ± 0.56 ^b	40.68 ± 2.23 ^{ab}	11.83 ± 1.44	77.50 ± 1.39
กรดซิตริก (1.0%) + ไกลซีน (0.4%) + CaCl ₂ (1.0%)					

a,b,c ความแตกต่างทางสถิติภายในค่าวิเคราะห์ในแต่ละตัวอย่าง (p<0.05)



ตารางที่ 10 ปริมาณความชื้น น้ำมัน และความแข็งแรงของแผ่นมัทศทอดที่ไดจากการเตรียมขึ้นต้นด้วยวิธีต่างกัน

สถานะการเตรียมขึ้นต้น	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ปริมาณความชื้น (%)	ปริมาณน้ำมัน (%)	ความแข็ง (N)
ชุดควบคุม (ไม่มีการเตรียมขึ้นต้น)	3.89 ± 0.21 ^h	16.28 ± 0.52 ^f	6.73 ± 0.63 ^{ab}
การลวกที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 10 นาที	7.04 ± 0.17 ^{ab}	22.78 ± 1.23 ^b	5.74 ± 0.32 ^d
การแช่ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 75 นาที ใน น้ำกลั่น	6.69 ± 0.25 ^{bc}	20.96 ± 0.75 ^{cd}	6.71 ± 0.34 ^{ab}
สารละลายกรดซิตริก (1.0%)	7.08 ± 0.27 ^a	25.71 ± 0.57 ^a	5.99 ± 0.51 ^{cd}
ไกลซีน (0.4%)	6.42 ± 0.28 ^{cd}	20.62 ± 0.68 ^{cd}	7.17 ± 0.31 ^a
CaCl ₂ (1.0%)	4.27 ± 0.05 ^g	18.52 ± 0.97 ^e	7.03 ± 0.11 ^{ab}
กรดซิตริก (1.0%) + ไกลซีน (0.4%)	6.18 ± 0.09 ^d	19.90 ± 0.95 ^{de}	6.58 ± 0.45 ^{abc}
กรดซิตริก (1.0%) + CaCl ₂ (1.0%)	6.70 ± 0.23 ^{bc}	21.95 ± 0.80 ^{bc}	6.76 ± 0.29 ^{ab}
ไกลซีน (0.4%) + CaCl ₂ (1.0%)	4.65 ± 0.27 ^f	19.48 ± 0.72 ^{de}	6.77 ± 0.18 ^{ab}
กรดซิตริก (1.0%) + ไกลซีน (0.4%) + CaCl ₂ (1.0%)	5.40 ± 0.11 ^e	19.81 ± 0.72 ^{de}	6.45 ± 0.05 ^{bc}

^{a-e} ความแตกต่างทางสถิติภายในค่าวิเคราะห์ในแถวเดียวกัน (p<0.05)

ตารางที่ 11 การประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อมันเทศทอดกรอบที่ทอดหลังการเตรียมชิ้นต้นด้วยวิธีต่างกัน

สภาวะการเตรียมชิ้นต้น	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ ความชอบโดยรวม
ชุดควบคุม (ไม่มีการเตรียมชิ้นต้น)	3.43 ± 1.38 ^c	5.67 ± 1.40 ^{ab}	6.03 ± 1.87 ^a	6.70 ± 1.42 ^a 5.77 ± 1.63 ^b
การลวกที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 10 นาที	3.50 ± 1.85 ^c	4.80 ± 1.85 ^c	3.73 ± 2.20 ^c	1.83 ± 1.12 ^f 3.17 ± 1.72 ^c
การแช่ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 75 นาทีในน้ำกลั่น	5.00 ± 1.70 ^d	6.10 ± 1.63 ^a	6.27 ± 1.74 ^a	6.50 ± 1.82 ^{ab} 6.63 ± 1.45 ^a
สารละลายกรดซิตริก (1.0%)	6.10 ± 1.56 ^{bc}	4.53 ± 2.01 ^c	3.80 ± 1.75 ^c	2.80 ± 1.71 ^e 4.17 ± 2.04 ^d
ไกลซีน (0.4%)	2.93 ± 1.74 ^e	5.73 ± 1.70 ^{ab}	5.97 ± 1.77 ^a	6.27 ± 1.86 ^{ab} 5.67 ± 1.52 ^b
CaCl ₂ (1.0%)	5.73 ± 1.41 ^{cd}	6.10 ± 1.45 ^a	5.90 ± 1.60 ^a	5.77 ± 1.59 ^{bc} 5.93 ± 1.36 ^{ab}
กรดซิตริก (1.0%) + ไกลซีน (0.4%)	6.07 ± 1.51 ^{bc}	5.20 ± 1.54 ^{bc}	4.53 ± 1.46 ^{bc}	5.13 ± 2.14 ^{cd} 4.87 ± 1.63 ^{cd}
กรดซิตริก (1.0%) + CaCl ₂ (1.0%)	6.57 ± 1.83 ^{ab}	5.10 ± 1.63 ^{bc}	4.70 ± 1.84 ^b	5.27 ± 2.20 ^{cd} 5.30 ± 1.42 ^{bc}
ไกลซีน (0.4%) + CaCl ₂ (1.0%)	5.40 ± 1.57 ^{cd}	5.80 ± 1.35 ^{ab}	5.57 ± 1.83 ^a	5.87 ± 1.83 ^{bc} 5.67 ± 1.49 ^b
กรดซิตริก (1.0%) + ไกลซีน (0.4%) + CaCl ₂ (1.0%)	6.97 ± 1.30 ^a	4.87 ± 2.03 ^c	4.07 ± 1.93 ^{bc}	4.60 ± 1.94 ^d 4.67 ± 1.81 ^{cd}

a,b,c,d ความแตกต่างทางสถิติภายในค่าวิเคราะห์ในแถวเดียวกัน (p<0.05)