

ผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อการลดสารประกอบอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งทอด

Effect of hydrocolloids on reduction of acrylamide in potato chips

ณัฐดนัย มุสิกทอง¹ และ วรพจน์ สุนทรสุข¹
Natdanai Musikhong and Worapot Suntornsuk

Abstract

Acrylamide, a carcinogenic agent for human beings, is occasionally found in foods. It could be found in fried and baked foods, especially potato chips and French fries. The chemical is derived from the Maillard reaction during food processing steps. Moreover, acrylamide can occur from lipid transformation. The objective of this work was to investigate the effect of hydrocolloids on reducing of acrylamide content in potato chips. Three hydrocolloids: sodium alginate, carboxymethylcellulose (CMC), and carrageenan were selected for this study. Potato slices were immersed in a hydrocolloid solution at different concentrations [0.05, 0.5, 1, and 3% (w/v)] for 6 min, and subsequently fried at 170°C for 4 min. Acrylamide in the samples were extracted by NaCl solution, derivatized by bromination and analyzed by Gas chromatography-Electron capture detector (GC-ECD). The results showed that the acrylamide content in potato chips was reduced by 46-63% after immersing potato slices in sodium alginate solution, by 20-63% in the carboxymethylcellulose solution and by 10-60% in the carrageenan solution. Therefore, hydrocolloids could decrease acrylamide content in potato chips. However, sensory evaluation of panelists indicated that treated potato chips was less acceptable than the control.

Keywords: acrylamide, potato chips, hydrocolloids

บทคัดย่อ

สารประกอบอะคริลาไมด์เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ซึ่งพบมากในอาหารประเภททอดและอาหารอบโดยเฉพาะอย่างยิ่งมันฝรั่งทอดและเฟรนช์ฟราย สารประกอบอะคริลาไมด์เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์และปฏิกิริยาการเปลี่ยนรูปของหมู่ลิปิด วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งทอดโดยใช้สารละลายไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิดได้แก่ สารละลายโซเดียมอัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ คาร์ราจีแนน โดยนำมันฝรั่งแผ่นสดแช่ในสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ [0.05, 0.5, 1, และ 3% (w/v)] นาน 6 นาที จากนั้นนำไปทอดที่อุณหภูมิ 170°C นาน 4 นาที แล้วสกัดสารอะคริลาไมด์ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และทำอนุพันธ์ของอะคริลาไมด์ด้วยวิธีโบรมิเนชันก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ผลการทดลองพบว่าปริมาณอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งทอดลดลงประมาณ 46-63 % เมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมอัลจิเนต สำหรับสารละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสามารถลดปริมาณอะคริลาไมด์ลงประมาณ 20-63 % และ สารละลายคาร์ราจีแนนลดปริมาณอะคริลาไมด์ลงประมาณ 10-60 % ดังนั้น สารละลายไฮโดรคอลลอยด์สามารถลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งทอด อย่างไรก็ตามตามลักษณะทางประสาทสัมผัสของมันฝรั่งทอดแช่สารละลายไฮโดรคอลลอยด์ได้รับการยอมรับโดยรวมน้อยกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ: อะคริลาไมด์ มันฝรั่งทอด ไฮโดรคอลลอยด์

คำนำ

มันฝรั่งทอดกรอบเป็นขนมขบเคี้ยวที่นิยมกันแพร่หลายนานกว่า 150 ปี ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกามียอดขายถึง 6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี หรือ 33% ของยอดขายทั้งหมดในตลาดขนมขบเคี้ยว (Garayo *et al.*, 2002) สารอะคริลาไมด์ (acrylamide) เป็นสารก่อมะเร็งซึ่งพบครั้งแรกในอาหารที่ผ่านการทอดและอบในปี ค.ศ. 2002 โดยสำนักงานอาหารแห่งประเทศสวีเดนพบว่าอาหารที่ผ่านการเตรียมหรือการปรุงโดยใช้ความร้อนสูงหลายชนิดมีสารอะคริลาไมด์ก่อตัวขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมันฝรั่งทอดมีปริมาณถึง 30-2300 ppb พบสารอะคริลาไมด์ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตสูงที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนมากกว่า 100°C เช่น การทอด การปิ้ง การย่าง และ การอบ แต่สารดังกล่าวไม่พบในอาหารที่ผ่านกระบวนการต้ม

¹ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

¹ Department of Microbiology, faculty of Science King Mongkut's University of Technology Thonburi

สารประกอบอะคริลาไมด์เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์และปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงรูปของหมู่ลิปิด ปัญหาสารอะคริลาไมด์ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งทอดโดยใช้สารละลายไฮโดรคอลลอยด์

อุปกรณ์และวิธีการ

มันฝรั่งที่ใช้เป็นสายพันธุ์แอตแลนติก ทำการล้าง ปอกเปลือก และหั่นมันฝรั่งเป็นแผ่นบางๆ ให้มีความหนา 1.2 มิลลิเมตร จากนั้นนำมันฝรั่งแช่ในสารไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิด ได้แก่ สารละลายโซเดียมอัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ คาราจีแนน โดยนำมันฝรั่งแผ่นสดแช่ในสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ [0.05, 0.5, 1, และ 3% (w/v)] นาน 6 นาที โดยใช้มันฝรั่งแช่ในน้ำเป็นชุดควบคุม จากนั้นนำไปทอดในน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 170°C นาน 4 นาที หลังจากนั้นสกัดสารอะคริลาไมด์จากมันฝรั่งทอดด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และทำอนุพันธ์ของอะคริลาไมด์ด้วยวิธีโบรมีนเนชัน ก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Zhang *et al.*, 2006) นอกจากนั้นเปรียบเทียบผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของมันฝรั่งทอดแต่ละตัวอย่างรวมทั้งชุดควบคุมโดยผู้ทดสอบจำนวน 40 คนและวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 16 โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และน้ำตาลกลูโคส แสดงใน Table 1

Table 1 Chemical composition of fresh potato

Composition	Fresh potato
Lipid (% dry basis)	0-0.45
Protein (% dry basis)	2.37-3.77
Crude fiber (% dry basis)	3.55-3.98
Ash (% dry basis)	3.87-4.55
Glucose ($\mu\text{g/g}$ of potato)	1.28-2.35

ผลของความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ต่อปริมาณอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งซึ่งผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมอัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ คาราจีแนน เข้มข้น 0.05, 0.5, 1 และ 3% (w/v) นาน 6 นาที แล้วนำไปทอด ที่อุณหภูมิ 170°C นาน 4 นาที สรุปใน Table 2

Table 2 Reduction of acrylamide formation in potato chips treated with hydrocolloid solutions

Hydrocolloids solution	Concentration %(w/v)	Acrylamide reduction (%)
Control		0
Sodium alginate	0.05	46 \pm 1.2
Sodium alginate	0.5	49 \pm 2.0
Sodium alginate	1	57 \pm 0.9
Sodium alginate	3	63 \pm 0.9
Carboxymethylcellulose	0.05	20 \pm 1.5
Carboxymethylcellulose	0.5	51 \pm 1.0
Carboxymethylcellulose	1	59 \pm 1.7
Carboxymethylcellulose	3	63 \pm 1.2
Carrageenan	0.05	10 \pm 1.8
Carrageenan	0.5	40 \pm 1.4
Carrageenan	1	52 \pm 1.4
Carrageenan	3	60 \pm 1.3

การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดซึ่งผ่านการแช่ด้วยสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ และชุดควบคุม แสดงใน Table 3

Table 3 Sensory scores of potato chips treated with hydrocolloid solutions

Hydrocolloid solution	Concentration % (w/v)	Texture (Crispness)	Tastes			Overall appraisal	Color
			Potato	Salt	Rancidity		
Control		7.04 ^a	14.29 ^b	0.23 ^{ab}	1.27 ^a	8.07 ^b	13.65 ^b
Sodium alginate	0.05	7.90 ^{abc}	14.04 ^{ab}	0.29 ^{ab}	0.46 ^a	7.10 ^c	11.84 ^b
Sodium alginate	0.5	8.00 ^{cde}	14.04 ^a	0.30 ^{ig}	0.44 ^a	7.60 ^b	11.52 ^b
Sodium alginate	1	8.30 ^{ef}	13.83 ^a	0.54 ^y	0.50 ^a	7.12 ^a	11.27 ^a
Sodium alginate	3	8.50 ^{bcn}	13.70 ^{ab}	0.59 ^{ab}	0.53 ^a	6.15 ^b	9.75 ^b
Carboxymethylcellulose	0.05	7.84 ^{de}	13.99 ^{ab}	0.28 ^b	0.29 ^a	7.05 ^{bc}	11.52 ^b
Carboxymethylcellulose	0.5	8.38 ^{ef}	13.94 ^{ab}	0.32 ^{cu}	0.39 ^a	7.33 ^b	11.46 ^b
Carboxymethylcellulose	1	8.42 ⁱ	13.97 ^a	0.41 ^{ei}	0.39 ^a	7.17 ^a	11.23 ^a
Carboxymethylcellulose	3	8.65 ^{ab}	13.72 ^a	0.51 ^{ab}	0.46 ^a	6.40 ^b	10.06 ^b
Carrageenan	0.05	7.40 ^{bc}	13.72 ^a	0.29 ^b	0.31 ^a	7.08 ^{bc}	11.44 ^b
Carrageenan	0.5	7.79 ^{bcde}	13.73 ^a	0.32 ^c	0.35 ^a	7.40 ^b	11.33 ^b
Carrageenan	1	7.99 ^{ef}	13.77 ^a	0.39 ^{bc}	0.43 ^a	7.22 ^a	11.18 ^a
Carrageenan	3	8.53 ^{ef}	13.88 ^a	0.46 ^{bc}	0.49 ^a	6.40 ^a	10.25 ^a

Different letters in the same column indicate significant difference ($p \leq 0.05$)

วิจารณ์ผล

องค์ประกอบทางเคมีของมันฝรั่งสายพันธุ์แอตแลนติกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าน้ำตาลกลูโคส 2.35 $\mu\text{g/g}$ (Table 1) สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ อาทิ Erntestolz, Lady Rosetta, Markies และ Saturna (Amrein *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตาม ปริมาณของน้ำตาลกลูโคสที่สูงมีผลต่อการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด เนื่องจากน้ำตาลกลูโคสเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่เอนไซม์ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ (Biedermann-Brem *et al.*, 2003)

ผลการทดลองใน Table 2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งทอดลดลงประมาณ 46-63 % เมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมอัลจิเนตเนื่องจากไฮดรอกซิลของโซเดียมอัลจิเนตทำปฏิกิริยากับหมู่เอมีนของกรดอะมิโน ($-\text{NH}_2$) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสารตัวกลางที่เรียกว่า Schiff base ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นสารอะคริลาไมด์ (Park *et al.*, 2005) สำหรับสารละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ลดปริมาณอะคริลาไมด์ลงประมาณ 20-63 % เนื่องจากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสอีเทอร์ที่อยู่ในรูปเกลือโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (นิธิยา, 2549) แสดงผลเช่นเดียวกับสารละลายโซเดียมอัลจิเนต และ สารละลายคาราจีแนนลดปริมาณอะคริลาไมด์ลงประมาณ 10-60 % เนื่องจากคาราจีแนนเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติในการเกิดเจล ซึ่งสามารถเคลือบเป็นฟิล์มบนผิวอาหารเกิดเป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากบนผิวหน้าอาหาร ทำให้น้ำมันผ่านรูเหล่านี้ลดลงและส่งผลให้การเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ลดลง นอกจากนี้ไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 3 ชนิดยังช่วยลดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารด้วย (Akdeniz *et al.*, 2006)

ผลการทดลองใน Table 3 แสดงให้เห็นว่าค่าสีของมันฝรั่งทอดควบคุมมีสีเหลืองทองมากที่สุด ส่วนค่าสีของมันฝรั่งที่แช่ในสารละลายโซเดียมอัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และคาราจีแนน มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามความเข้มข้นของไฮโดรคอลลอยด์ที่เพิ่มขึ้น ความกรอบของมันฝรั่งที่ผ่านกระบวนการแช่ด้วยสารละลายไฮโดรคอลลอยด์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น มันฝรั่งที่ผ่านการแช่ไฮโดรคอลลอยด์มีค่าความหืนต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมัน 95% เนื่องจากสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 3 ชนิดช่วยลดการอมน้ำมันของผลิตภัณฑ์ทำให้ลดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด ตัวอย่างมันฝรั่งทอดที่ผ่านการแช่สารไฮโดรคอลลอยด์ในแต่ละความเข้มข้นให้ผลการยอมรับรวมของ

ผู้บริโภคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยชุดควบคุม ได้รับการยอมรับมากที่สุด

สรุป

การแช่มันฝรั่งในสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ ได้แก่ โซเดียมอัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และ คาร์ราจีแนน สามารถลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งแผ่นทอด 10-63% นอกจากนี้มันฝรั่งแผ่นทอดที่แช่ด้วยสารละลาย โซเดียมอัลจิเนต คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และคาร์ราจีแนน ที่ความเข้มข้น 0.5% ได้รับการยอมรับสูงสุด แต่ก็น้อยกว่าชุดควบคุม

เอกสารอ้างอิง

- นิธิยา รัตนापนนท์. 2549. เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. น. 200-225.
- Akdeniz, N., S. Sahin and G. Sumnu. 2006. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering* 75: 522-526.
- Amrein, T.M., S. Bachmann, A. Noti, M. Biedermann, M.F. Barbosa, S. Biedermann-Brem, K. Grob, A. Keiser, P. Realini, F. Escher and R. Amadó. 2003, Potential of acrylamide formation, sugars and free asparagines in potatoes: A comparison of cultivars and farming systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 5556-5560.
- Biedermann-Brem, S., A. Noti, K. Grob, D. Imhof, D. Bazzocco and A. Pfefferle. 2003. How much reducing sugar may potatoes contain to avoid excessive acrylamide formation during roasting and baking?. *Journal of European Food Research and Technology* 217: 369-373.
- Garayo, J. and R. Moreira. 2002. Vacuum frying of potato chips. *Journal of Food Engineering* 55: 181-191.
- Park, Y.W., H.W. Yang, J.M. Storkson, K.J. Albright, W. Liu and R.C. Lindsay. 2005. Controlling acrylamide in french fry and potato chip models and a mathematical model of acrylamide formation - Acrylamide: Acidulants, phytate and calcium. pp. 343-356. *In* M. Friedman and D. Mottram (eds.). *Chemistry and Safety of Acrylamide in Food*. Stockholm university. Sweden.
- Zhang, Y., Y. Dong and Y. Ren. 2006. Rapid determination of acrylamide contaminant in conventional fried foods by gas chromatography with electron capture detector. *Journal of Chromatography* 1116: 209-216.