ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247109

การจัดการเรียนการสอนประดิษฐกรรมไทยในสถานศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร

นายพีรพัฒน์ บุญเรืองทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2554

b 00252563

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247109

การลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในกระบวนการผลิตมันฝรั่งทอด

นายณัฐดนัย มุสิกทอง วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2554

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผศ.ดร.ภัณฑิรา เกตุแก้ว)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รศ. ดร. วรพจน์ สุนทรสุข)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์)

..... กรรมการ
(ดร.พรรณทิพา เจริญไทยกิจ)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในกระบวนการผลิตมันฝรั่งทอด
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายณัฐดนัย มุสิกทอง
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.วรพจน์ สุนทรสุข
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาประยุกต์
ภาควิชา	จุลชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2554

247109

บทคัดย่อ

สารประกอบอะคริลาไมด์เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ซึ่งพบมากในอาหารประเภททอด และอาหารอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมันฝรั่งทอด และเฟรนฟราย สารประกอบอะคริลาไมด์ในอาหารเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด และเพื่อศึกษาวิธีการลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด โดยการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนแรกศึกษาปัจจัยของการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ โดยศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาของการทอด (ทอดอุณหภูมิ 150 °C นาน 5, 6 และ 7 นาที; 170 °C นาน 4, 5 และ 6 นาที; 190 °C นาน 3, 4 และ 5 นาที) ต่อการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์ ส่วนที่สองศึกษาวิธีการลดสารประกอบอะคริลาไมด์แบ่งเป็น 5 วิธีได้แก่ (1) ลวกมันฝรั่งแผ่นในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 °C นาน 0 นาที, 3 นาที และ 6 นาที (2) แช่มันฝรั่งแผ่นในสารละลายกรดมาลิค เข้มข้น 0, 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.5 โมลาร์ นาน 6 นาที (3) แช่มันฝรั่งแผ่นในสารละลายโซเดียมอัลจิเนต เข้มข้น 0, 0.05, 0.5, 1 และ 3% (w/v) นาน 6 นาที (4) แช่มันฝรั่งแผ่นในสารละลายโซเดียมอิริธอเบต เข้มข้น 0, 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.5 โมลาร์ นาน 6 นาที (5) แช่มันฝรั่งแผ่นในสารละลายโซเดียมกลูโคเนต เข้มข้น 0, 0.025, 0.05, 0.1 และ 0.5 โมลาร์ นาน 6 นาที จากนั้นนำมันฝรั่งแผ่นไปทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 170 °C นาน 4 นาที แล้ววิเคราะห์สารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด และส่วนที่ 3 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการลวกมันฝรั่งก่อนนำไปทอดสามารถลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์ โดยมันฝรั่งที่ผ่านการลวกนาน 3 และ 6 นาที ลดการเกิดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ได้ถึง 64 และ 72% ตามลำดับ สำหรับการใช้กรดมาลิคสามารถลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์ได้ 29-73% ส่วนการใช้โซเดียมอัลจิเนตสามารถลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์ได้ 46-63% และการใช้โซเดียมอิริธอเบตสามารถลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ได้ 19-61% แต่โซเดียมกลูโคเนตไม่สามารถลดปริมาณ

247109

สารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด ดังนั้นกระบวนการลวกและวัตถุเจือปนอาหาร (กรดมาลิค โซเดียมอัลจิเนต และโซเดียมอิริธอเบต) สามารถลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในมันฝรั่งทอด อย่างไรก็ตามวิธีการลดสารประกอบอะคริลาไมด์ด้วยการลวก การแช่มันฝรั่งด้วยกรดมาลิค และการแช่มันฝรั่งด้วยโซเดียมอิริธอเบตทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคน้อยลง ยกเว้นการแช่มันฝรั่งด้วยโซเดียมอัลจิเนตเข้มข้น 0.5% (w/v) ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดชุดควบคุม

คำสำคัญ : สารประกอบอะคริลาไมด์/ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด/การลวก/วัตถุเจือปนอาหาร

Thesis Title	Reduction of acrylamide formation in potato chip processing
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Natdanai Musikthong
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Worapot Suntornsuk
Program	Master of Science
Field of Study	Applied Microbiology
Department	Microbiology
Faculty	Science
B.E.	2554

Abstract

247109

Acrylamide, a carcinogenic agent for human beings, is occasionally found in fried and baked foods, especially potato chips and French fries. This chemical is developed by the Maillard reaction during food processing steps. The objectives of this work were to study on factors affecting acrylamide formation and to study on the method of reducing acrylamide content in potato chip product. Experiments were divided into three parts. Firstly, the factors affecting acrylamide formation in potato chips were studied by varying frying temperatures and times (150°C for 5, 6 and 7 min; 170°C for 4, 5 and 6 min and 190°C for 3, 4 and 5 min). Secondly, the acrylamide reduction in potato chips were carried out by 5 different methods: (1) blanching sliced potato in hot water at 80°C for 0, 3 and 6 min; (2) immersing sliced potato in a malic acid solution at different concentrations (0, 0.025, 0.05, 0.1 and 0.5 M for 6 min); (3) immersing sliced potato in a sodium alginate solution at different concentrations (0, 0.05, 0.5, 1 and 3% (w/v) for 6 min); (4) immersing sliced potato a sodium erythorbate solution at different concentrations (0, 0.025, 0.05, 0.1 and 0.5 M for 6 min) and (5) immersing sliced potato in a sodium gluconate solution at different concentrations (0, 0.025, 0.05, 0.1 and 0.5 M for 6 min) and then frying sliced potato in palm oil at 170°C for 4 min. Acrylamide in samples was extracted analyzed. Thirdly, sensory evaluation of potato chip product was done by panelists. The results showed that the acrylamide content in the sample increased with increasing frying temperatures and times. The blanching of sliced potato

247109

could reduce acrylamide by 64-72%. For food additives, acrylamide in potato chips was reduced by 29-73% after soaking sliced potato in the malic acid solution, by 46-63% after immersing sliced potato in the sodium alginate solution and by 19-61% after soaking sliced potato in the sodium erythorbate solution. But sodium gluconate solution could increase acrylamide formation in the products. Therefore, blanching and selected food additives (malic acid, sodium alginate and sodium erythorbate) decreased acrylamide content in potato chip. However, after sensory analysis, products from all treatments had less acceptable than the control except for the product treated with 0.5% (w/v) sodium alginate.

Keywords: Acrylamide/Potato chips/Blanching/Food additives

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว.สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ.2552 (MRG-WI525S160) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วรพจน์ สุนทรสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้แนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ภัณฑิรา เกตุแก้ว ประธานสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ และดร.พรรณทิพา เจริญไทยกิจ กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ขอขอบคุณบริษัทเบอร์ลี่ ยุคเกอร์ฟูด จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบ และสารเคมี รวมทั้งขอขอบคุณนางสาวกรวิกา ฉิมโฉม และนางสาวสุวรรณวลัย สว่างเนตร ที่อำนวยความสะดวกสถานที่ในการเก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณผศ.วิญญู จิตสัมพันธเวช และภาควิชาเคมีที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ ขอขอบคุณอาจารย์องอาจ วัฒนชัยยิ่งยง ที่ช่วยแนะนำเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี และการใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
รายการตาราง	ญ
รายการรูปประกอบ	ฎ

บทที่

1. บทนำ		**1**
1.1	ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2	วัตถุประสงค์	2
1.3	ขอบเขตการศึกษา	2
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ตรวจเอกสาร		**3**
2.1	มันฝรั่ง	3
2.1.1	พันธุ์มันฝรั่ง	3
2.1.2	การตลาดและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	3
2.2	สารประกอบอะคริลาไมด์	5
2.2.1	ทฤษฎีการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์	5
2.2.2	ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์	7
2.2.3	การลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์	8
2.2.4	การวิเคราะห์สารประกอบอะคริลาไมด์	9
2.3	วัตถุเจือปนอาหาร	13
2.3.1	กรดมาลิก	13
2.3.2	โซเดียมอัลจิเนต	14
2.3.3	โซเดียมอิริธอเบต	15
2.3.4	โซเดียมกลูโคเนต	16
3. อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย		**17**
3.1	เครื่องมือและอุปกรณ์	17
3.2	วัตถุดิบและสารเคมี	17
3.3	การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมันฝรั่งสด	18

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
3.4	การเตรียมมันฝรั่งสด	18
3.5	การศึกษาปัจจัยของการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	18
3.6	การศึกษาวิธีการลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	19
3.6.1	การศึกษาวิธีการลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดโดยกระบวนการลวก	19
3.6.2	การศึกษาวิธีการลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดด้วยวัตถุเจือปนอาหาร	19
3.7	การศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	20
3.7.1	การประเมินทางประสาทสัมผัส	20
3.7.2	การวิเคราะห์สี	21
3.7.3	การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส	21
3.8	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	21
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง		**22**
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของมันฝรั่งสด	22
4.2	ปัจจัยของการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	22
4.3	การลดปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	23
4.3.1	ผลของการลวกมันฝรั่งต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	23
4.3.2	ผลของกรดมาลิกต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	25
4.3.3	ผลของโซเดียมอัลจิเนตต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	26
4.3.4	ผลของโซเดียมอิริธอเบตต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	27

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
4.3.5	ผลของโซเดียมกลูโคเนตต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	28
4.4	ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	30
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ		**35**
เอกสารอ้างอิง		**37**
ภาคผนวก		**42**
ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพมันฝรั่งสด		43
ภาคผนวก ข. การเตรียมสารเคมี		49
ภาคผนวก ค. กราฟมาตรฐาน		51
ภาคผนวก ง. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส		55
ภาคผนวก จ. การวิเคราะห์ความแปรปรวน		57
ภาคผนวก ฉ. ข้อมูลดิบ		73
ประวัติผู้วิจัย		**100**

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของมันฝรั่งสด	22
4.2	ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดหลังจากการทอดที่อุณภูมิและเวลาต่างๆ	23
4.3	การลดสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	29
4.4	คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	32
4.5	ค่าสีของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดจากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสและเครื่องวัดสี	33
4.6	ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดจากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสและเครื่องวัดเนื้อสัมผัส	34
ก.1	สภาวะของเครื่องแก๊สโคมาโทกราฟที่ใช้ในการทดลอง	48
จ.1	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำตาลกลูโคส (ไมโครกรัม/กรัม) ในมันฝรั่งสดและมันฝรั่งที่ผ่านกระบวนการลวก	57
จ.2	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของสารประกอบอะคริลาไมด์ (ppb) ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดหลังจากการทอดที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ	58
จ.3	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของกระบวนการลดสารประกอบอะคริลาไมด์ (ppb) ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดด้วยวิธีต่างๆ	59
จ.4	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส	63
ฉ.1	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในมันฝรั่งสดที่ผ่านการลวก	73
ฉ.2	ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดหลังจากการทอดที่อุณภูมิและเวลาต่างๆ	73
ฉ.3	ปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดที่ผ่านกระบวนการลดการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์ด้วยวิธีต่างๆ	74
ฉ.4	การประเมินทางประสาทสัมผัส	75

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	4
2.2	โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบอะคริลาไมด์	5
2.3	ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์จากสารอะโครลีน	5
2.4	การเกิดสารประกอบอะคริลาไมด์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด	6
2.5	เปรียบเทียบโครงสร้างของสารประกอบอะคริลาไมด์และกรดอะมิโนแอสพาราจีน	7
2.6	ปฏิกิริยาการยับยั้ง Schiff base formation	8
2.7	องค์ประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ	10
2.8	องค์ประกอบของเครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบจับอิเล็คตรอน	11
2.9	ลักษณะโครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ	11
2.10	องค์ประกอบของเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟ	12
2.11	โครงสร้าง L-malic acid และ D-malic acid	14
2.12	โครงสร้างของอัลจิเนต (Alginate) ชนิดต่างๆ	15
2.13	โครงสร้างของโซเดียมอิริธอเบต	16
2.14	โครงสร้างของโซเดียมกลูโคเนต	16
4.1	ผลของเวลาในการลวกต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคสในมันฝรั่งสด	24
4.2	ผลของเวลาในการลวกต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที	25
4.3	ผลความเข้มข้นของกรดมาลิคต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที	26
4.4	ผลความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที	27
4.5	ผลความเข้มข้นของโซเดียมอิริธอเบตต่อปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที	28
4.6	ผลความเข้มข้นของโซเดียมกลูโคเนตปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดที่อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 4 นาที	28
ค.1	กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาลกลูโคสกับค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร	51

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
ค.2	กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปริมาณสารประกอบอะคริลาไมด์กับพื้นที่ใต้กราฟ	52
ค.3	โครมาโทแกรมของสารประกอบอะคริลาไมด์มาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ	53
ค.4	โครมาโทแกรมของสารประกอบอะคริลาไมด์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด	54