บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัย

2.1 ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบ (cracker or chip) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น แป้งข้าวจ้าว แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง แล้วนำมาบดผสมด้วยเนื้อสัตว์หรือผัก เครื่องปรุงรสให้เข้ากัน จากนั้นทำให้สุก และทำให้แห้งก่อนนำไปทอดหรืออบเพื่อรับประทาน ข้าวเกรียบแบ่งได้ 2 ประเภทคือ ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ยังไม่ได้ทอดหรืออบ และข้าวเกรียบสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ทอดหรืออบแล้ว พร้อมที่จะรับประทานได้ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2530)

ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ข้าวเกรียบที่นิยมรับประทานได้แก่ ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบฟักทอง ข้าวเกรียบแครอท ข้าวเกรียบเผือก และข้าวเกรียบเห็ดหอมเป็นต้น ข้าวเกรียบที่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้แก่ ข้าวเกรียบกุ้งตรามโนราห์ ข้าวเกรียบกุ้งตราฮานามิ ข้าวเกรียบกุ้งตราคาลบี้ นอกจากนี้ยังมีการผลิตข้าวเกรียบในระดับครัวเรือน หรือผลิตโดยกลุ่มแม่บ้านตามพื้นที่ต่างๆในประเทศ

ผู้บริโภคนิยมรับประทานข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างหรือเป็นของแกล้มคู่เครื่องดื่มประเภทต่างๆ การเรียกชื่อข้าวเกรียบจะเรียกตามวัตถุดิบนั้น โดยส่วนประกอบหลักของข้าวเกรียบคือแป้งแล้วผสมด้วยวัตถุดิบชนิดต่างๆ เช่น เนื้อสัตว์ หรือผลไม้ต่างๆ ลักษณะสำคัญของข้าวเกรียบ คือ การพองตัว ความกรอบ และรสชาติ ข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดแล้วต้องเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทไม่ให้อากาศเข้าได้ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียความกรอบและเกิดปฏิกิริยาระหว่างไขมันกับออกซิเจน (lipid oxidation) ทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ (ภัทวรา และคณะ, 2549) ในการศึกษาวิจัยนี้ต้องการศึกษาข้าวเกรียบกุ้งโดยใช้ข้าวเกรียบกุ้งกึ่งสำเร็จรูปตรามโนราห์ ที่มีส่วนประกอบ คือ แป้งมันสำปะหลัง เนื้อกุ้ง กระเทียม น้ำตาล เกลือ พริกไทย และเครื่องปรุงรส มาทำการทอด

2.1.1 กระบวนการผลิตข้าวเกรียบกุ้ง

กระบวนการผลิตข้าวเกรียบกุ้งมีขั้นตอนโดยทั่วไป คือ นำกุ้งที่ปอกเปลือกแล้ว ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำมาโขลกให้ละเอียดเหนียว จากนั้นทำการนวดกุ้งผสมกับกระเทียมและพริกไทยที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โขลกให้ละเอียดแล้ว สุดท้ายใส่แป้งและเกลือ พรมน้ำทีละน้อย นวดจนเหนียวเข้ากันดี เมื่อนวดจนเข้ากันดีแล้วจะปั้นเป็นก้อนกลมยาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว แล้วนำไปนึ่งในน้ำเดือดประมาณ 25 นาที เมื่อสุกแล้วจะผึ่งค้างคืนไว้ แล้วหั่นบาง ๆ ผึ่งแดดให้แห้ง ก่อนนำมาทอดในน้ำมันร้อน ๆ ส่วนกรณีถ้าต้องการให้เป็นสีต่าง ๆ จะทำการใส่สีผสมอาหารเวลานวด

2.2 ไขมันและน้ำมันสำหรับทอดอาหาร

น้ำมันที่ใช้สำหรับทอดอาหารที่นิยมใช้กันมาก คือ น้ำมันหมู และน้ำมันพืชชนิดต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความนิยมของผู้บริโภค น้ำมันพืชที่บรรจุขวดจำหน่าย เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะกอก น้ำมันข้าวโพด หรือน้ำมันงา นอกจากนี้ยังมีน้ำมันพืชผสมที่บรรจุขวดจำหน่ายด้วย เช่น น้ำมันถั่วเหลืองผสมกับน้ำมันรำข้าว หรือผสมกับน้ำมันเมล็ดนุ่น เป็นต้น (นิธิยา, 2548)

ในการทอดอาหารไขมันหรือน้ำมันจะเป็นตัวนำความร้อนทำให้อาหารสุก และช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะขณะทอด ทำให้อาหารมีสีและเพิ่มรสชาติ สมบัติของน้ำมันทอดอาหารที่ดีต้องมีความคงตัว มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทนทานต่อความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 162-190 องศาเซลเซียสและต้องมีสมบัติสัมพันธ์กับอาหารที่ใช้ทอด เพราะกลิ่นและรสชาติของไขมันหรือน้ำมันจะติดไปกับอาหารที่ทอดแล้ว

การใช้ไขมันหรือน้ำมันในการทอดอาหาร ระหว่างที่น้ำมันได้รับความร้อนและขณะทอดจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอล ทำให้เกิดการสลายตัวที่มีความซับซ้อนเกิดขึ้น เนื่องจาก thermolytic และ oxidative reaction ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการของไขมันและน้ำมัน ไขมันและน้ำมันที่ผ่านความร้อนสูงอาจทำให้เกิดความเป็นพิษได้ (toxic effect) นอกจากนี้คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมันและอาหารที่ทอดในน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับไขมันละน้ำมันในขณะทอดอาหารที่เห็นได้ชัด คือ น้ำมันมีสีคล้ำมากขึ้น มีความหนืดเพิ่มขึ้น จุดเกิดควันลดลง และเกิดฟองมากขึ้น (นิธิยา, 2548)

จุดเกิดควันของไขมันและน้ำมันขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณของกรดไขมันอิสระ พื้นที่ผิวของไขมันและน้ำมันที่สัมผัสกับอากาศขณะทอด ระยะเวลาของไขมันและน้ำมันที่ถูกใช้ทอด และสารอื่นๆที่เจือปนอยู่ในน้ำมัน การที่ไขมันและน้ำมันมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำจะมีอุณหภูมิของจุดเกิดควันสูง และจุดเกิดควันจะลดลงเมื่อมีปริมาณกรดไขมันอิสระในไขมันหรือน้ำมันเพิ่มขึ้น ดังนั้นน้ำมันใหม่กับน้ำมันที่ผ่านการใช้มาแล้วจึงมีจุดเกิดควันต่างกันโดยที่น้ำมันที่ผ่านการใช้มาแล้วจะมีจุดเกิดควันต่ำกว่าน้ำมันใหม่ (นิธิยา, 2549) ตารางที่ 2.1 แสดงจุดเกิดควันของน้ำมันและไขมันบางชนิด ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการทอดข้าวเกรียบกุ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยน้ำมันปาล์มเพราะน้ำมันปาล์มทนทานต่อความร้อนได้ดี ไม่สลายตัวเป็นควันที่อุณหภูมิต่ำ (ศรีสุวรรณ, 2547) เหมาะสำหรับการทอดแบบน้ำมันท่วม และช่วยให้อาหารที่ทอดแล้วเกิดการหืนได้ช้า

ตารางที่ 2.1 จุดเกิดควันของน้ำมันและไขมันบางชนิด

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	จุดเกิดควัน (องศาเซลเซียส)
A. Refine oil	
Avocado oil	271
Safflower oil	266
Almond oil	257
Soybean oil	232
Corn oil	232
Sunflower oil	232
Peanut oil	232
Palm oil	230
Cottonseed oil	210
Sesame Seed oil (Light)	210
Canola oil	204
Lard	191
Vetgetable Shortening	163
B. Unrefined	
Sesame Seed oil	177
Olive oil (extra virgin or virgin)	160
Peanut oil	160
Soybean oil	160
Corn oil	160
Sunflower oil	107
Canola oil	107
Safflower oil	107

ที่มา : ศรีสุวรรณ (2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.1 น้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มได้จากผลปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วยส่วนที่ให้น้ำมัน คือเนื้อนอกที่เป็นเส้นใย ให้น้ำมันปาล์มสีส้มแดง อีกส่วนหนึ่งได้แก่เนื้อในเมล็ดให้น้ำมันเมล็ดปาล์มจัดเป็นผลพลอยได้ มีสีเข้มกว่าน้ำมันมะพร้าวเล็กน้อย ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลหลังที่ปลูก 4 หรือ 5 ปี และให้ผลผลิตสูงสุดเมื่ออายุ 5 ปี ปลูกมากแถบแอฟริกาตะวันตกซึ่งเป็นถิ่นกำเนิดคือ คองโก ไนจีเรีย แล้วแพร่หลายมาแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คือ มาเลเซีย อินโดนีเซียและจังหวัดภาคใต้ของไทยคือ กระบี่และสตูล ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาพันธุ์ติดต่อกันมานับศตวรรษจากพันธุ์พื้นเมืองคือ Dura และ Pisifera จนได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตมากกว่า 2 ตันต่อไร่ (เนื้อทอง, 2546)

น้ำมันปาล์มดิบมีกรดไขมันอิสระสูงโดยเกิดจากเอนไซม์และผลปาล์มเอง จำเป็นต้องป้องกันโดยเมื่อตัดทะลายแล้วควรรีบนำไปสกัดน้ำมัน ผ่านขั้นตอนการทำลายเอนไซม์ น้ำมันปาล์มมีกรดไขมันอิ่มตัวคือ ปาล์มิติก 44 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันไม่อิ่มตัวคือ โอเลอิก 39 เปอร์เซ็นต์ ใช้ทอดอาหารสำเร็จ ปรุงอาหาร และผลิตมาการีน ส่วนน้ำมันเมล็ดปาล์มมีกรดไขมันคล้ายน้ำมันมะพร้าวคือ กรดลอริก 46-52 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีมากคือ โอเลอิก 10-19 เปอร์เซ็นต์ มักใช้ประโยชน์ทางด้านที่ไม่ใช่อาหาร (เนื้อทอง, 2546) ตารางที่ 2.2 และ 2.3 แสดงชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดปาล์มตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบในน้ำมันปาล์มและน้ำมันปาล์ม (Kernel)

กรดไขมัน (%)	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันปาล์ม (Kernel)
Caprylic acid	1.4	-
Capric acid	2.9	-
Lauric acid	48.2	50.9
Myristic acid	18.4	1.2
Palmitic acid	8.7	46.8
Stearic acid	1.9	3.8
Oleic acid	14.6	37.5
Linoleic acid	1.2	10.0
Arachidonic acid	-	0.2
Eicosanoic acid	-	0.3

ที่มา : นิธิยา (2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มมีคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำมันปาล์ม

	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันปาล์ม (Kernel)
Iodine Value	43-59	14-20
Acid Value (crude)	15	20
Saponification Value	195-210	240-257
Unsaponifiable matter %	1%	1%
Specific gravity 25/25°C	0.893-0.905	0.900-0.913
Refractive Index 25°C	1.449-1.445	1.449-1.452
Color (Lovibond)*	25Y : 2.5R	10Y : 1R

ที่มา : ไพจิตร (2530)

2.3 กระบวนการทอด

กระบวนการทอดเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนที่ใช้มานาน มีวัตถุประสงค์เพื่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอาหาร ถนอมรักษาอาหารโดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เอนไซม์ และลดค่า water activity (a_w) ที่ผิวอาหารหรือตลอดชิ้นอาหาร อาหารทอดจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบนอก นุ่มใน หรือกรอบทั้งชิ้น มีกลิ่นรสและลักษณะปรากฏที่ชวนให้รับประทาน อาหารซึ่งทอดให้แห้งอย่างทั่วถึง เช่นมันฝรั่งทอดกรอบ ขนมขบเคี้ยวประเภทมันฝรั่ง ขนมขบเคี้ยวประเภทข้าวโพด จะมีอายุการเก็บรักษานานถึง 12 เดือนที่อุณหภูมิห้อง และสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้โดยการใช้บรรจุภัณฑ์และสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม (วิไล, 2545)

ในการทอดเมื่อวางอาหารลงในน้ำมันร้อน อุณหภูมิที่ผิวหน้าของอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและน้ำเกิดการระเหยกลายเป็นไอ อุณหภูมิที่ผิวอาหารจะเพิ่มขึ้นจนเท่าอุณหภูมิของน้ำมันร้อน และอุณหภูมิภายในจะเพิ่มขึ้นถึง 100 องศาเซลเซียส ตัวควบคุมการถ่ายเทความร้อนคือ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมันและอาหาร และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิว ส่วนตัวควบคุมการส่งผ่านความร้อนเข้าไปในอาหารคือ ค่าการนำความร้อนของอาหาร (วิไล, 2545)

อาหารทอดจะมีเปลือกนอกที่มีลักษณะเป็นรูพรุนซึ่งประกอบด้วยท่อแคปปิลารี่ขนาดต่างๆ น้ำและไอน้ำจะเคลื่อนที่ออกจากแคปปิลารี่ช่องใหญ่ก่อนและถูกแทนที่ด้วยน้ำมันระหว่างการทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความชื้นจะเคลื่อนที่ผ่านบริเวณผิวอาหารและฟิล์มบางๆของน้ำมัน ความหนาของฟิล์มซึ่งมีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลและความร้อนจะถูกกำหนดจากความหนืดและความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำมัน ความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างความชื้นภายในอาหารและน้ำมันจะเป็นตัวขับเคลื่อนความชื้น (วิไล, 2545)

ส่วนใหญ่แล้วเวลาที่ใช้ในการทอดอาหารขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหาร อุณหภูมิของน้ำมัน วิธีการทอด ความหนาของชิ้นอาหาร และความต้องการในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภค

วิธีการทอดในอุตสาหกรรมอาหารมี 2 วิธี โดยจำแนกตามวิธีการถ่ายเทความร้อน คือ การทอดแบบน้ำมันตื้น (shallow frying) และการทอดแบบน้ำมันท่วม (deep-fat frying)

2.3.1 การทอดแบบน้ำมันตื้น

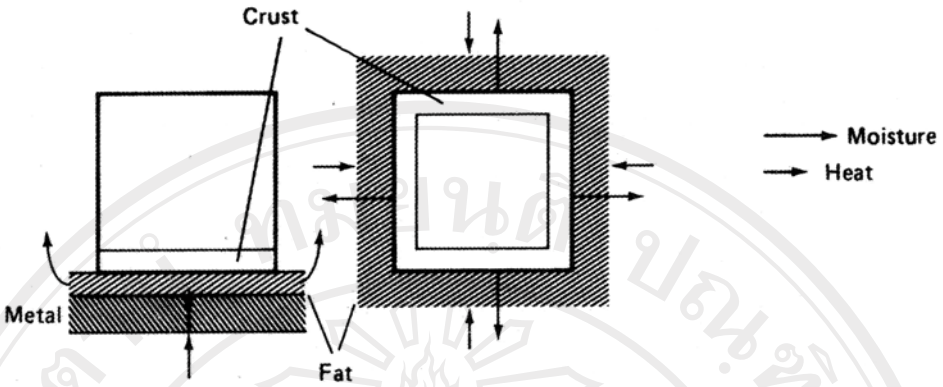
วิธีนี้เป็นการทอดอาหารในกระทะที่มีปริมาณน้ำมันเพียงเล็กน้อยดังรูปที่ 2.1 (ก) น้ำมันจะไม่ท่วมชิ้นอาหารทั้งชิ้น เหมาะสำหรับอาหารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น ไข่ เบคอน เบอร์เกอร์ และพายชนิดต่างๆ ความร้อนจากผิวของกระทะจะเคลื่อนที่ผ่านชั้นน้ำมันบางๆไปยังอาหาร การนำความร้อนจึงเป็นกลไกหลักในการถ่ายเทความร้อนในการทอดวิธีนี้ ความหนาของชั้นน้ำมันจะแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับความสม่ำเสมอของผิวหน้าอาหาร การทอดแบบนี้การกระจายความร้อนจึงไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผิวหน้าของอาหารที่ทอดมีสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ แต่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทที่ผิวจะสูง (วิไล, 2545)

2.3.2 การทอดแบบน้ำมันท่วม

วิธีนี้เป็นทั้งการพาความร้อนในน้ำมันร้อนและการนำความร้อนสู่ภายในอาหาร โดยให้อาหารสัมผัสกับน้ำมันร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ 160-200 องศาเซลเซียส จนกระทั่งจุดกึ่งกลางของอาหาร หรือจุดที่ร้อนช้าที่สุดมีอุณหภูมิสูง เพื่อให้มีอุณหภูมิเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค หรือเพียงพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ต้องการ นอกจากนี้การทอดด้วยวิธีนี้ทำให้ผิวของอาหารทั้งหมดจะได้รับความร้อนใกล้เคียงกัน จึงเกิดสีและลักษณะภายนอกที่สม่ำเสมอ (วิไล, 2545)

ในการทอดแบบน้ำมันท่วม กระบวนการที่เกิดขึ้นมีทั้งการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลดังรูปที่ 2.1 (ข) ส่งผลทำให้ลักษณะของอาหารเปลี่ยนไปทั้งสี รสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัส (Dana and Saguy, 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(ก) (ข)

รูปที่ 2.1 การถ่ายเทมวลและความร้อนระหว่างการทอดอาหาร
(ก) การทอดแบบน้ำมันตื้น (ข) การทอดแบบน้ำมันท่วม
ที่มา: Fellows (1990)

2.3.3 ขั้นตอนของกระบวนการทอดอาหาร

กระบวนการทอดสามารถแบ่งได้เป็น 4 ช่วงดังนี้ (ศรีสุวรรณ, 2547)

1. ช่วงแรกของการให้ความร้อน จะเป็นช่วงที่ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของอาหารเพิ่มขึ้นจนมีอุณหภูมิเท่ากับจุดเดือดของน้ำ การถ่ายเทความร้อนเป็นการพาแบบธรรมชาติที่ยังไม่มีการระเหยของน้ำ

2. ช่วงการเดือดของน้ำที่ผิวอาหาร จะเป็นช่วงน้ำที่ผิวของอาหารจะระเหยกลายเป็นไอ ผิวหน้าเริ่มแห้งเกิดเป็นเปลือกแข็ง การถ่ายเทความร้อนเป็นการพาแบบบังคับ

3. ช่วงอัตราการระเหยลดลง จะเป็นช่วงที่อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของอาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากการสูญเสียน้ำจากภายในชิ้นอาหาร อัตราการระเหยน้ำจะเริ่มช้าลง อาหารจะเริ่มสุก และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพ เช่น เกิดการเจลาติไนซ์ของแป้ง

4. จุดยุติของการเกิดฟอง จะเกิดขึ้นเมื่ออาหารถูกทอดเป็นเวลานาน น้ำระเหยได้ช้าลง ทำให้ปริมาณฟองของไอน้ำที่ออกจากผิวอาหารลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4 ระบบการทอด

1. ระบบการทอดแบบกะ

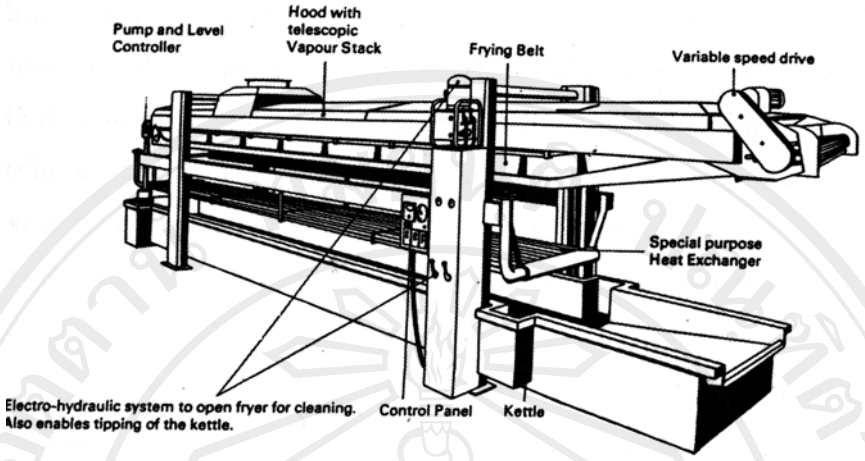
ระบบนี้ใช้กับการทอดอาหารที่มีปริมาณน้อย เช่นเครื่องทอดที่ใช้ตามบ้าน หรือเครื่องทอดที่ใช้ในร้านอาหารฟาสต์ฟูดส์ แหล่งความร้อนของการทอดระบบนี้มีทั้งแบบแก๊สและแบบไฟฟ้า โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำมันขณะทอดจะอยู่ที่ 160-200 องศาเซลเซียส การทอดอาจกระทำภายใต้บรรยากาศปกติ หรือภายใต้ภาวะสุญญากาศ ไม่ควรใช้วัสดุประเภททองแดงหรือทองเหลือง เพราะจะทำให้เกิดการแตกตัวของน้ำมันเนื่องจากไอออนของโลหะดังกล่าว ระหว่างการทอดอาจเติมน้ำมันใหม่เข้าเป็นระยะๆ เพื่อรักษาระดับน้ำมันในหม้อทอด การกรองน้ำมันเพื่อแยกเศษชิ้นอาหารในน้ำมันออกจะช่วยให้สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของไขมันได้ การพิจารณาคุณภาพของน้ำมันอาจทำได้โดยการสังเกตจากการเกิดควัน การเกิดฟองมากขณะทอด และการสังเกตสีของน้ำมันที่เข้มขึ้นเป็นต้น (ศรีสุวรรณ, 2547)

2. ระบบการทอดแบบต่อเนื่อง

ระบบนี้ใช้กับการทอดอาหารที่มีปริมาณมาก เช่น เครื่องทอดอาหารในระดับอุตสาหกรรม โดยทั่วไประบบการทอดแบบนี้จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน (ศรีสุวรรณ, 2547) ดังรูปที่ 2.2 คือ

1. อ่างน้ำมันหรือแทงค์น้ำมัน
2. ส่วนให้ความร้อนพร้อมระบบควบคุม
3. ระบบลำเลียงอาหารเข้าและออกจากแทงค์น้ำมัน
4. ระบบน้ำมันสำหรับทอด
5. ระบบระบายไอน้ำและควันที่ออกมาจากผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.2 ระบบทอดในน้ำมันท่วมแบบต่อเนื่อง
ที่มา: วิไล (2545)

ในส่วนของระบบการให้ความร้อนสำหรับเครื่องทอดแบบต่อเนื่องมี 3 แบบ (ศรีสุวรรณ, 2547) คือ

1. ระบบการให้ความร้อนโดยตรง ความร้อนจะได้มาจากการเผาไหม้แก๊ส น้ำมันเชื้อเพลิงหรือได้จากไฟฟ้า ท่อความร้อนหรือท่อไฟจะถูกจัดวางไว้ในส่วนล่างของแทงค์น้ำมันและจมอยู่ในน้ำมัน ความร้อนจะส่งผ่านผนังท่อไปยังน้ำมัน

2. ระบบการให้ความร้อนทางอ้อม ระบบนี้น้ำมันจะได้รับความร้อนจากของไหลร้อน เช่น คลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอน ที่ถูกทำให้ร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอก แล้วไหลเข้าไปในท่อที่อยู่ส่วนล่างของแทงค์น้ำมันเพื่อให้ความร้อนแก่น้ำมัน

3. ระบบการให้ความร้อนจากภายนอก ระบบนี้น้ำมันจะถูกทำให้ร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่อยู่ภายนอกเครื่องทอดแล้วไหลเข้าสู่แทงค์น้ำมัน

2.4 การดูดซับน้ำมันของอาหารทอด

โดยปกติอาหารเมื่อผ่านการทอดจะมีการดูดซับน้ำมันเข้าไปในตัวอาหารดังตารางที่ 2.4 การดูดซับน้ำมันของอาหารจะมากหรือน้อยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง โดยที่กลไกการดูดซับน้ำมันของอาหารทอดสามารถอธิบายได้สองกลไกดังนี้ (ศรีสุวรรณ, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การดูดซับน้ำมันที่เกิดจากการแทนที่น้ำที่ระเหยออกจากอาหารขณะทอด โดยที่เมื่อน้ำระเหยกลายเป็นไอและเคลื่อนที่ออกจากอาหาร โครงสร้างของอาหารจะเกิดรูพรุน ทำให้น้ำมันสามารถเคลื่อนที่เข้าไปแทนได้

2. การดูดซับน้ำมันที่เกิดขึ้นเมื่อการทอดเสร็จสิ้นและอาหารเย็นตัวลง อันเนื่องมาจากความดันไอภายในรูพรุนจะลดลง ไอน้ำจะเกิดการควบแน่นและเกิดภาวะสุญญากาศทำให้เกิดการดูดเอาน้ำมันที่ผิวอาหารเข้ามาไว้ในอาหารทอด เพราะในระหว่างการทอดน้ำภายในอาหารจะกลายเป็นไอ น้ำมันจะเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในรูพรุนได้ยาก

ตารางที่ 2.4 ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยในอาหารทอดบางชนิด

ชนิดอาหาร	ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย (g/100g edible portion)
Potato chips	37.5
Tortilla chips	23.4
Donuts	22.9
Fried tofu	20.2
Onion rings	18.7
Chicken, battered/breaded, light meat	18.1
French fries	17.1
Shrimp, breaded	15.2
Fish fillet, battered/breaded	12.3

ที่มา: Dana and saguy (2006)

2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับน้ำมันของอาหารทอด

1. คุณภาพและองค์ประกอบของน้ำมัน

คุณภาพและองค์ประกอบของน้ำมันจะเปลี่ยนไปตามระยะเวลาของการทอด แรงตึงผิวของน้ำมันจะลดลง น้ำมันจะสัมผัสกับอาหารมากขึ้น การดูดซับและอัตราการถ่ายเทความร้อนไปยังผิวของอาหารจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผิวของอาหารมีสีเข้มและแห้งก่อนที่อาหารจะสุก เกิดฟองมากขณะทอด น้ำมันมีความหนืดสูงขึ้นจึงเกาะติดกับผิวอาหารได้มากขึ้น ทำให้อาหารทอดฉ่ำไปด้วยน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. อุณหภูมิของการทอด

อุณหภูมิของการทอดส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 160-200 องศาเซลเซียส การทอดที่อุณหภูมิต่ำผลิตภัณฑ์จะมีการดูดซับน้ำมันมากกว่าการทอดที่อุณหภูมิสูงดังผลการวิจัยของ Pedreschi *et al.* (2007) ที่พบว่า potato chip ที่ผ่านกรรมวิธี จะมีการดูดซับน้ำมันเพิ่มเมื่ออุณหภูมิในการทอดลดลง เพราะที่อุณหภูมิสูง กระบวนการทอดจะใช้เวลาสั้นและเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะแข็งทึบทำหน้าที่เป็นตัวกั้นการแทรกซึมของน้ำมัน (Dana and Saguy, 2006) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีอ่อนและกลิ่นรสที่เกิดจากการทอดน้อย นอกจากนั้นการวิจัยของ Kita *et al.* (2007) พบว่าการทอด potato crisps ในช่วงอุณหภูมิ 150-190 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณน้ำมันใน potato crisps ลดลงเมื่ออุณหภูมิทอดสูงขึ้น โดยปริมาณน้ำมันลดลงประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิทอดเพิ่มขึ้น 20 องศาเซลเซียส

อย่างไรก็ตามได้มีการวิจัยที่พบว่าการทอดที่อุณหภูมิสูงไม่ได้ลดการดูดซับน้ำมัน เช่น Moreira *et al.* (1997) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับน้ำมันในระหว่างการทอด tortilla chip พบว่าที่อุณหภูมิทอดสูงขึ้นการดูดซับน้ำมันของ tortilla chip จะสูงขึ้นเช่นเดียวกับ Math *et al.* (2004) ที่ได้ศึกษาถึงผลของสภาวะของการทอด ที่มีต่อปริมาณน้ำมันใน *papad* พบว่าเมื่ออุณหภูมิทอดสูงขึ้นการดูดซับน้ำมันของ *papad* จะสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงการขยายตัวของเส้นผ่านศูนย์กลางของ *papad* จะเพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงช่องว่างของอากาศภายใน

3. ระยะเวลาที่ใช้ทอด

ระยะเวลาที่ใช้ในการทอดผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติ หรือลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคพอใจหรือไม่ Fan *et al.* (1997) รายงานว่าอัตราการดูดซับน้ำมันจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงแรกของการทอดแล้วลดลงจนกระทั่งเวลาหนึ่งปริมาณน้ำมันในอาหารจะค่อนข้างคงที่ เช่นเดียวกับ Math *et al.* (2004) ได้ศึกษาถึงสภาวะของการทอด ที่มีต่อปริมาณน้ำมันใน *papad* พบว่าอัตราการดูดซับน้ำมันจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงแรกของการทอดแล้วลดลงจนกระทั่งคงที่ในเวลาต่อมา

4. ความชื้น

ปริมาณความชื้นเริ่มต้นในอาหารจะมีผลต่อการดูดซับน้ำมันของอาหารระหว่างทอดโดยอาหารที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูงจะดูดซับน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีความชื้นเริ่มต้นต่ำ (Moreira *et al.*,1997) เนื่องจากอาหารที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูง จะมีปริมาณน้ำระเหยออกจากอาหารและเหลือช่องว่างให้น้ำมันเข้าไปแทนที่ได้มากกว่าอาหารที่มีความชื้นเริ่มต้นต่ำ การลดการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดูดซับน้ำมันอาจทำได้โดยการเติมไฮโดรคอลลอยด์ หรือกัมบางชนิดในส่วนผสมของอาหาร เช่นอัลจีเนต เมทิลเซลลูโลส และไฮดรอกซีโพรพิล เมทิลเซลลูโลส เพราะจะช่วยทำให้อาหารอุ้มน้ำไว้ได้มากขึ้น ทำให้น้ำระเหยออกจากอาหารน้อยลง จึงสามารถลดการแทนที่ของน้ำมันในอาหารลง

5. รูปทรงของอาหารและความพรุนของอาหาร

รูปทรงของอาหารในที่นี้หมายถึงอัตราส่วนต่อพื้นผิวปริมาตรของอาหาร อาหารที่มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงมีแนวโน้มที่จะดูดซับน้ำมันได้มากกว่าอาหารที่มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรต่ำ ซึ่งส่งผลต่อการพองหรือความพรุนของอาหาร Math *et al.* (2004) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การขยายตัวของเส้นผ่านศูนย์กลางของ papad จะเพิ่มขึ้นเมื่อทอดที่อุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้ความหนาของชิ้นอาหารจะมีผลต่อปริมาณน้ำมันในอาหารทอด และ Krokida *et al.* (2000) พบว่าปริมาณน้ำมันในชิ้นมันฝรั่งจะลดลง เมื่อความหนาของชิ้นมันฝรั่งแท่งเพิ่มขึ้น และ Pinthus *et al.* (1995) พบว่าความพรุนของอาหารก่อนทอดมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับในอาหารต่อปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากอาหาร นอกจากนี้ความพรุนของอาหารที่ทอดแล้วและปริมาณน้ำมันในอาหารทอดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาทอด

6. ชนิดและองค์ประกอบของอาหาร

สมบัติของอาหารเช่น ความชื้น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความพรุน และการจัดเรียงตัวของท่อแคปปิลารี่ในโครงสร้างของอาหาร มีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำมันเข้าไปในอาหาร ในกรณีของอาหารชุบแป้งทอดพบว่าชนิดของแป้งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการดูดซับน้ำมันของแป้งชุบทอด โดยเฉพาะสัดส่วนของปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพกติน พบว่าปริมาณอะไมโลสในแป้งให้ความสัมพันธ์เชิงบวกกับความกรอบของแป้งทอด แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับ (Mohamed *et al.*, 1998) แป้งที่มีสัดส่วนของอะไมโลเพกตินต่ออะไมโลสต่ำกว่าจะดูดซับน้ำมันได้น้อยกว่า โปรตีนในแป้งชุบทอดมีแนวโน้มที่จะเพิ่มการดูดซับน้ำมัน เพราะโปรตีนมีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ การใช้ไฮโดรคอลลอยด์บางชนิด สามารถลดการดูดซับน้ำมันของอาหารทอดได้ เช่นการเคลือบผิวอาหารด้วย methylcellulose หรือ hydroxypropylmethylcellulose (Dow Chemical, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. การเตรียมอาหารก่อนทอด

การลดความชื้น และการลวกอาหารก่อนทอดจะช่วยลดการดูดซับน้ำมัน Pedreschi *et al.* (2007) พบว่า potato chips ที่ผ่านการลวกและจุ่มใน NaCl เข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ จะมีการดูดซับน้ำมันที่ลดลง ส่วนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะทำให้การดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้น เพราะลักษณะของอาหารมีรูพรุนมากขึ้น

8. ความแข็งแรงของเจล

ความแข็งแรงของเจลมีผลต่อการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์ขึ้นรูป เช่น ผลิตภัณฑ์จากมันฝรั่งขึ้นรูป Pinthus *et al.* (1992) รายงานว่าเจลมันฝรั่งขึ้นรูปมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จะทำให้การดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์ทอดลดลง

2.5 ผลของความร้อนต่อน้ำมันและอาหารทอด

วิไล (2545) ได้อธิบายผลกระทบของความร้อนต่อน้ำมันและอาหารทอดไว้ดังนี้

2.5.1 ผลของความร้อนต่อน้ำมัน

การให้ความร้อนแก่น้ำมันที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานจะมีผลต่อน้ำมันดังนี้

1. ทำให้น้ำมันเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากมีความชื้นและออกซิเจนเคลื่อนที่ออกมาจากอาหารระหว่างทอด

2. ทำให้น้ำมันมีสีคล้ำและมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากเกิดสารระเหยประเภทคาร์บอนิล กรดไฮดรอกซี กรดคีโต และกรดอีพอกซี

3. ทำให้น้ำมันมีความหนืดสูงขึ้น เนื่องจากน้ำมันจะเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันในสภาพไม่มีออกซิเจนและให้โพลิเมอร์ที่มีโมเลกุลสูง หรือให้สารประกอบไซคลิก ส่งผลให้ลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวระหว่างการทอด และทำให้อาหารดูดซับน้ำมันมากขึ้น

4. ทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เพราะวิตามินที่ละลายได้ในไขมันเกิดการออกซิไดซ์ เรตินอล แคโรทีนอยด์ และโทโคเฟอรอลจะถูกทำลายไป

การเสื่อมสภาพของไขมันและน้ำมันในระหว่างการทอดสามารถป้องกันได้ในระดับหนึ่งดังนี้ (ศรีสุวรรณ, 2547)

1. ไม่ควรให้ความร้อนจนน้ำมันมีอุณหภูมิสูงเกินไป เพราะปฏิกิริยาออกซิเดชันและไฮโดรไลซิสจะเกิดได้เร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2. ควรลดความชื้นของอาหารก่อนทอดให้เหมาะสม เพราะความชื้นจะเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. เครื่องทอดและระบบน้ำมันควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ
4. หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่เร่งอัตราการเกิดออกซิเดชัน
5. ใช้อัตราส่วนของน้ำมันต่ออาหารที่เหมาะสม

2.5.2 ผลของความร้อนต่ออาหารทอด

ผลกระทบส่วนใหญ่จะมีต่อคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้น้ำมันอุณหภูมิสูงในการทอดอาหาร การทอดด้วยน้ำมันอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดเปลือกนอกเร็วและปิดกั้นผิวหน้าของอาหารไว้ อาหารจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและรักษาคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้เป็นส่วนใหญ่

2.6 สมบัติทางกายภาพที่สำคัญของน้ำมันและอาหารทอด

2.6.1 ความหนืด

ความหนืด คือความฝืดภายในที่เกิดขึ้นภายในของไหล หรือเป็นความต้านทานต่อการไหล (Lewis, 1996) น้ำมันเป็นของไหลชนิด นิวโตเนียน คือ ของไหลที่มีความหนืดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าความเค้นเฉือนและอัตราการเฉือน (อภิชาต, 2550) น้ำมันมีความหนืดกว่าน้ำมาก และน้ำมันต่างชนิดกันจะมีความหนืดแตกต่างกัน

โดยทั่วไปอุณหภูมิมีผลต่อความหนืดเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ในระหว่างการวัดความหนืด อีกทั้งในการรายงานค่าความหนืดต้องระบุอุณหภูมิในการวัดเสมอ ความหนืดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นดังตารางที่ 2.5 โดยเฉลี่ยแล้วเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง 1 องศาเซลเซียส ความหนืดจะเปลี่ยนแปลงประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นของเหลวบางชนิดความหนืดอาจเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ เช่นถ้าเพิ่มอุณหภูมิจาก 20 องศาเซลเซียส เป็น 21 องศาเซลเซียส ความหนืดของน้ำมันละหุ่งจะลดลง 8 เปอร์เซ็นต์ ความหนืดของ pitch จะลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ (Lewis, 1996) อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำมัน ปกติจะพบว่าความหนืดของน้ำมันพืชจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพราะที่อุณหภูมิสูงจะมีการเคลื่อนที่ของโมเลกุลเพิ่มขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจะลดลง จึงทำให้ความหนืดลดลง และพบว่าความหนืดของน้ำมันพืชจะเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ทอด เพราะการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและโพลิเมอร์ไรเซชัน (Santos *et al.*, 2005)

ความหนืดของไขมันและน้ำมันเป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบระบบการขนถ่ายไขมันและน้ำมัน ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรเอซิลกลีเซอรอลเพิ่มขึ้น ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะลดลงเมื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิของไขมันหรือน้ำมันเพิ่มขึ้น (นิธิยา, 2549)

ตารางที่ 2.5 ความหนืดของไขมันและน้ำมันบางชนิด

ชนิดของน้ำมัน	ความหนืด(cP)			
	38°C	50°C	99°C	100°C
Lard	44	25	9	-
Beef tallow	-	34	-	10
Cottonseed oil	36	-	8	-
Soybean oil	29	8	-	-
Coconut oil	30	6	-	-
Sunflowerseed oil	33	8	-	-

ที่มา : Fennema (1985)

2.6.2 เนื้อสัมผัสของอาหารทอด

อาหารเมื่อผ่านการทอดจะมีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากอาหารก่อนการทอด คือ อาหารจะทอดจะมีเนื้อสัมผัสที่กรอบนอก นุ่มใน หรือกรอบทั้งชิ้น ซึ่งในการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารทอดอาจทำได้หลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่แล้วการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารโดยทั่วไปจะเป็นการใช้แรงหรือความเค้นกระทำลงบนอาหาร แล้ววัดผลที่ผิดรูปซึ่งเกิดในอาหาร การผิดรูปนี้อาจเป็นลักษณะที่ไม่สามารถคืนสู่สภาพเดิมได้ หรือสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ (อรุณี, 2548) ในการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารทอดส่วนใหญ่มักจะวิเคราะห์กันที่ค่าความแข็ง (hardness) ซึ่งหมายถึงแรงที่ทำให้เกิดการผิดรูป หรือ ค่าความเปราะ (brittleness) ซึ่ง หมายถึงแรงที่ทำให้วัสดุแตก การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยวิธี compression test จะนิยมใช้วัดค่าความแข็งของอาหารโดยวิธีเจาะทะลุ โดยจะทำการเจาะลงในตัวอย่าง และวัดแรงต้านที่เกิดขึ้น ค่าความแข็งจะเป็นค่าแรงสูงสุดของการกดครั้งแรก เมื่ออาหารเริ่มแตกค่านี้จะลดลง ส่วนค่าความเปราะจะเป็นจุดแรกของแรงที่ลดลงในการกดครั้งแรก

ความแข็งของอาหารทอดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะเวลา อุณหภูมิ วิธีการทอด เป็นต้น Garayo and Moreira (2002) พบว่า การทอด potato chips ที่สภาวะบรรยากาศปกติ เมื่อเวลาที่ใช้ทอด potato chips เพิ่มขึ้น ค่า hardness ของ potato chips จะไม่ค่อยแตกต่างกัน นอกจากนี้การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทอด potato crisps ด้วย olive oil ที่อุณหภูมิต่ำจะมีค่า hardness มากกว่า การทอดด้วย olive oil ที่อุณหภูมิสูง (Kita *et al.*, 2007) เนื่องจากอาหารมีการพองตัวน้อยกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

2.6.3 สีของอาหารทอด

สีเป็นสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่งของอาหาร และเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคจะใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารร่วมกับลักษณะปรากฏอื่นๆ นอกจากนี้สีของอาหารยังใช้ชี้บ่งถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในอาหารได้ด้วย เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล หรือการเกิดปฏิกิริยาคาราเมไลเซชัน (นิธิยา, 2549) ในอาหารทอดสีของอาหารอาจจะบ่งบอกถึงลักษณะของอาหารที่สุกแล้ว หรือลักษณะของอาหารที่พร้อมบริโภค โดยทั่วไปพบว่าเมื่อทอดอาหารเป็นเวลานานขึ้นสีของอาหารทอดจะมีสีที่คล้ำมากขึ้นและอาจเกิดการไหม้ขึ้นได้ ส่งผลให้อาหารทอดไม่น่ารับประทาน ปัจจัยส่วนใหญ่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์อาหารทอดคือ การใช้อุณหภูมิการทอดที่สูง การใช้ระยะเวลาทอดที่นาน หรืออาจจะมีผลจากองค์ประกอบบางชนิดในตัวอาหารทอดเอง โดยปกติการทอดเป็นระยะเวลานานขึ้นจะทำให้สีของอาหารเข้มขึ้น หรือสว่างน้อยลง

Krokida *et al.* (2001) พบว่า ในการทอด french fries เป็นระยะเวลานานขึ้น ค่า L (ความสว่าง) จะมีแนวโน้มลดลง ค่า a (สีเขียว-สีแดง) และค่า b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นการทอดจึงทำให้อาหารมีสีเข้มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved