20391

T096574

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลการใช้งาเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในไก่แดดเดียว

(Effect on utilization of sesame as natural antioxidants in dried chicken)

จัดทำโดย

นางสาว พรหมลดา	ตันอำนวย	รหัสนักศึกษา	44040204
นาย ธรากร	หงส์ทอง	รหัสนักศึกษา	44040916
นางสาว ฐิติพร	วงศาโรจน์	รหัสนักศึกษา	44040923

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....18../...เม.ย../...68.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

ปพ.
W291พ
25A6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
รับ เล่มที่ ปี.....

นางสาวพรหมลดา ตันอำนวย , นายธรากร หงส์ทอง ,นางสาวฐิติพร วงศาโรจน์.2547 : ผลของการใช้งาเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในไก่อบแห้ง (Effect on utilization of sesame as natural antioxidants in dried chicken).ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้งาเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่อบแห้ง โดยขั้นแรก ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ความร้อนและการบดเมล็ดงาต่อความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น พบว่า ความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ งาขาวบด เท่ากับ 3.94 % งาดำบด เท่ากับ 13.875 % งาขาวคั่วบด เท่ากับ 9.32 % งาดำคั่วบด เท่ากับ 14.83 % และ น้ำมันงา เท่ากับ 16.896 % เห็นได้ว่า งาดำบด งาดำคั่วบด และน้ำมันงา มีความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสูง จึงนำไปศึกษาต่อในด้านผลของการใช้งาและน้ำมันงาในเนื้อไก่อบแห้งที่มีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ แบบแรก เป็นไก่อบแห้งแบบดิบ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-7 ^{0}C เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด รองลงมาคือ ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา และไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ สำหรับแบบที่สอง เป็นไก่อบแห้งแบบสุก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 วันพบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด รองลงมาคือ ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา และไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ และเมื่อนำไก่อบแห้ง ทั้ง 4 ชนิดมาศึกษาผลทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด รองลงมาคือไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด และ ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบด ตามลำดับ

นายธรากร หงส์ทอง

น.ส. พรหมลดา ตันอำนวย

น.ส. ฐิติพร วงศาโรจน์

ลายมือนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 18 มี.ค. 48

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีการศึกษา 2547 โดยมี ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โดยให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำต่างๆ ให้ข้อคิดและหลักการในการนำเสนอปัญหาพิเศษ ให้คำปรึกษา และให้ความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อนำมาปรับปรุงในการแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษ จนสามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ที่กรุณาให้คำแนะนำต่างๆในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และให้ข้อมูลต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษนี้

และสุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลงด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

23 มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
2.1 ไขมัน	3
2.2 การเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น	5
2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดลิพิดออกซิเดชั่น	7
2.4 ตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น	8
2.5 วิธีการตรวจสอบการเกิดลิพิดออกซิเดชั่น	9
2.6 ไก่	11
2.7 คุณภาพการบริโภค	13
2.8 คุณค่าทางโภชนะ	14
2.9 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง	15
2.10 งา	16
2.11 สายพันธุ์งา	17
2.12 องค์ประกอบทางเคมีของงา	19
2.13 สารต้านอนุมูลอิสระในงาและน้ำมันงา	20
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	26
3.1 อุปกรณ์ และ เครื่องมือ	26
3.2 วัตถุดิบ	26
3.3 สารเคมี	26
3.4 ขั้นตอน และ วิธีการทดลอง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 4 ผลการทดลอง และ วิจารณ์ 32

4.1 ศึกษาผลของการให้ความร้อน และการบดเมล็ดงา
ต่อความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น 32

4.2 ศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ 33

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 40

เอกสารอ้างอิง 42

ภาคผนวก 46

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางด้านเคมี 47

ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส 49

ภาคผนวก ค รูปภาพ 51

ประวัติผู้เขียน 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ 4
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณภาพซากไก่ที่น้ำหนักซากต่างๆ 12
ตารางที่ 2.3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์ปีกใน 100 กรัม 14
ตารางที่ 2.4 แสดงกรดไขมันในสัตว์ปีก 15
ตารางที่ 2.5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของงาเปรียบเทียบกับถั่วเหลือง 19
ตารางที่ 2.6 แสดงการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของงาดำ 22
ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสารต้านอนุมูลอิสระที่แยกจาก
น้ำมันทอดขนมปังหั่นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าในน้ำมันงาคั่ว
น้ำมันงาดิบ(ไม่คั่ว) และน้ำมันข้าวโพดเมื่อทำการเก็บ
ไว้ในระยะเวลาต่างๆกัน 25
ตารางที่ 4.1 ค่าการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารสกัดจากงาและน้ำมันงา 32
ตารางที่ 4.2 ค่า TBARS ของไก่อบแห้ง(ดิบ) ที่เก็บไว้
ที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 33
ตารางที่ 4.3 ค่า TBARS ของไก่อบแห้ง(สุก) ที่เก็บไว้
ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 วัน 35
ตารางที่ 4.4 ค่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง(สุก)
ที่ประเมินผลทาง ประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7- Points Hedonic Scale 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ 3
ภาพที่ 2.2 ส่วนต่างๆ ของงา ดอกงา ฝักงา และเมล็ดงา 16
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ในเมล็ดงา 21
ภาพที่ 2.4 กลไกการเกิดอนุมูลอิสระเซซามินอล 23
ภาพที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันงา
และน้ำมันพืชชนิดต่างๆ 24
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตไก่อบแห้ง 31
ภาคผนวก 51
ภาพที่ ค1 ไก่อบแห้ง(ควบคุม) 52
ภาพที่ ค2 ไก่อบแห้งผสมงาดำบด 52
ภาพที่ ค3 ไก่อบแห้งผสมงาดำคั่วบด 52
ภาพที่ ค4 ไก่อบแห้งผสมน้ำมันงา 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

งาเป็นพืชที่เพาะปลูกง่าย โตเร็ว ทนทานต่อสภาวะแวดล้อม ปลูกได้เกือบทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่าประเทศไทยมีพื้นที่เหมาะแก่การปลูกงา มีการส่งออกงาเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ประชาชนภายในประเทศมีการบริโภคงาและน้ำมันงาน้อยมาก ดังนั้นควรส่งเสริมการบริโภคงาในรูปต่างๆมากขึ้น เพื่อให้คนไทยได้บริโภคอาหารที่ดี ในเมล็ดงาและน้ำมันงามีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบไปด้วยไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพ การบริโภคงาในประเทศไทยมีเพียงบางส่วนในผู้ที่รับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารมังสวิรัติ อาหารแนวชีวจิต เป็นต้น การบริโภคโดยส่วนใหญ่จะนำงามาคั่วให้สุกด้วยความร้อนเพื่อเพิ่มรสชาติ แต่งกลิ่นอาหารและขนมต่างๆ (สุวรรณา, 2546) หรือ นำเมล็ดงามาสกัดน้ำมันงา เพื่อใช้บริโภคโดยตรง ในปัจจุบันมีการค้นคว้าและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าสามารถแยกสารประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในงาและน้ำมันงาออกมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ (ศัลยา,2546) สารสำคัญที่พบในงาและน้ำมันงามี 5 ชนิด คือ เซซามิน (sesamin)เซซาโมลิน(sesamolin) เซซามอล (sesamol) เซซาโมลินอล (sesamolinol) เซซามินอล (sesaminol) ซึ่งมีฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน(Oxidation reaction)ของอนุมูลอิสระกับไขมันในเนื้อเยื่อและส่วนต่างๆของร่างกาย ซึ่ง Devarajan , (2003) กล่าวว่าสารในกลุ่มนี้จัดได้ว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระให้ฤทธิ์ของการต้านอนุมูลอิสระที่ดี

Mohamed และ Awatif (1998) พบว่าในระหว่างการผลิตน้ำมันงาผ่านกรรมวิธี ในช่วงปฏิกิริยาการฟอกสี (decolourization) จะมีการเปลี่ยนแปลงทางปฏิกิริยาเคมี ของสารเซซาโมลิน (sesamolin) ไปเป็นสารเซซามินอล(sesaminol) เนื่องจากมีการกระตุ้นปฏิกิริยา และเกิดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนย้ายโมเลกุลขึ้น

Fukuda และคณะ (1993) ศึกษาพบว่า ในระหว่างการคั่วงาด้วยความร้อนจะเกิดสารเซซามอลขึ้นในน้ำมันงา ซึ่งสารเซซามอลนี้เป็นสารผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Millard reaction) ของสารเซซาโมลิน และสารเซซามอลที่เกิดขึ้นจะมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีส่งผลให้งาคั่วหรือน้ำมันงามีความคงตัวมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ทอดด้วยน้ำมันงา โดยส่งผลให้อาหารทอดมีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชั่น และไม่เหม็นหืนโดยง่าย

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงให้ความสำคัญกับการนำงาและน้ำมันงามาใช้เป็นสารต้านปฏิกิริยาการออกซิเดชั่นธรรมชาติในเนื้อไก่อบแห้ง ซึ่งเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากงาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของการให้ความร้อน และการบดเมล็ดงาต่อความคงตัว ของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น
2. ศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์
3. ศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งให้ได้นานขึ้น โดยใช้สารกันหืนจากธรรมชาติ
2. เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่ผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง
3. เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง

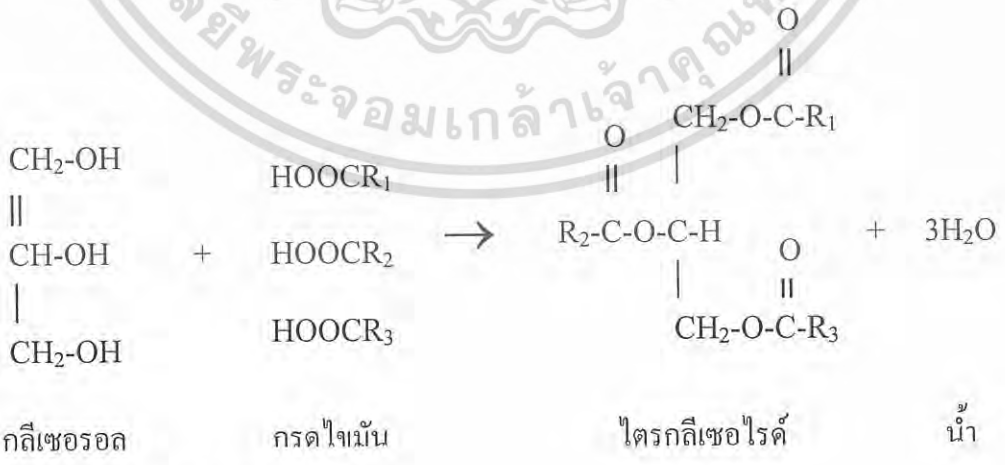
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ไขมัน

ไขมันเป็นสารอาหารหลักที่จำเป็นชนิดหนึ่งสำหรับมนุษย์ที่ให้พลังงานสูงถึง 9 แคลอรี่ และเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญอีก 4 ชนิด คือ วิตามิน A , D , E และK ซึ่งมีคุณสมบัติละลายในไขมันได้ อาหารส่วนใหญ่มีไขมันกว่า 90 เปอร์เซ็นต์อยู่ในรูปของไตรกลีเซอรไรด์ ส่วนที่เหลือจะเป็นพวก ฟอสโฟลิปิด โคเลสเตอรอล ทั้งในรูปของเอสเทอร์อิสระและวิตามิน โมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอล 1 ส่วนและกรดไขมัน 3 ส่วน โดยกรดไขมันมีส่วนประกอบเป็น carboxylic acid ที่มีหมู่ –COOH เพียงหมู่เดียว ต่ออยู่กับไฮโดรคาร์บอนสายยาว โดยพันธะที่ต่ออยู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนมีทั้งพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ กรดไขมันที่มีแต่เพียงพันธะเดี่ยว เรียกกรดไขมันชนิดนี้ว่า กรดไขมันชนิดอิ่มตัว ส่วนกรดไขมันที่มีพันธะคู่รวมอยู่ด้วย เรียกกรดไขมันชนิดนี้ว่า กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวนี้มี 2 ชนิด คือกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ซึ่งมีพันธะคู่เพียง 1 คู่ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ซึ่งมีพันธะคู่หลายคู่ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อมนุษย์มีอยู่ 3 ชนิดคือ linoleic acid (18:2,n-6), linolenic acid (18:3,n-3) และ arachidonic acid (20:4,n-6) (Nawar, 1985) แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์

ที่มา : นิธิยา (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันเรารับแหล่งของไขมันเข้าสู่ร่างกายในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ไขมันจากสัตว์ เช่น นม เนย ไข่ เนื้อสัตว์ที่ปนมัน หรือแม้แต่เนื้อแดงของเนื้อวัว เนื้อหมู ก็มีไขมันแทรกอยู่ไม่น้อย อาหารจากสัตว์เหล่านี้มีกรดไขมันอิ่มตัวอยู่สูงมาก ซึ่งการบริโภคเกินสมควรก็เสี่ยงต่อโรคไขมันในหลอดเลือดสูงและผลกระทบอื่นๆตามมา สำหรับพืชก็เป็นแหล่งของไขมันอีกแหล่งหนึ่งที่ทวีความสำคัญ ในปัจจุบันมะพร้าวและปาล์มเป็นพืชที่มีน้ำมันมากแต่เป็นน้ำมันที่อุดมด้วยกรดไขมันอิ่มตัว การบริโภคมากเกินจะทำให้เพิ่มอัตราการเสี่ยงต่อภาวะไตรกลีเซอไรด์สูง และ ผลกระทบอื่นๆอีกไม่น้อย อย่างไรก็ดี เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีน้ำมันเพื่อการบริโภคเข้ามาสู่ท้องตลาดหลากหลายชนิด จึงมีการนำเอาความรู้ในเรื่องของกรดไขมันไปใช้จำแนกแยกแยะคุณภาพของน้ำมันชนิดต่างๆแล้วเลือกให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป แสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ

ชนิดของไขมัน	กรดไขมันอิ่มตัว(%)	กรดไขมันไม่อิ่มตัว(%)	กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายจุด(%)
น้ำมันมะพร้าว	86	6	2
น้ำมันข้าวโพด	13	25	58
น้ำมันฝ้าย	26	29	51
น้ำมันมะกอก	14	72	9
น้ำมันถั่วลิสง	19	46	30
น้ำมันดอกคำฝอย	9	12	74
น้ำมันงา	15	40	40
น้ำมันถั่วเหลือง	15	23	58
น้ำมันดอกทานตะวัน	10	21	64
น้ำมันปาล์ม	48	38	9
น้ำมันหมู	38	53	6

ที่มา : www.maxslene.com/coles_table.html1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative Rancidity)

การเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน(autooxidation)จะเกิดที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ออโตออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดขึ้นเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติซึ่งเรียกว่า "การหืน" การหืนด้วยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นในอาหารที่มีไขมันและน้ำมันผสมอยู่ด้วย โดยเฉพาะในไขมันและน้ำมันที่ใช้ปรุงอาหารจะเกิดขึ้นมากที่สุด การมีโลหะ เช่นทองแดง และตะกั่ว จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเร็วขึ้น นอกจากนั้นความร้อน แสง เอนไซม์ เมททอลโลโปรตีน(mettaloprotein) และจุลินทรีย์ ก็มีผลช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วย กลไกการเกิดออกซิเดชั่น(Mechanism of oxidation) อธิบายได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

2.2.1 <u>ปฏิกิริยาขั้นเริ่มต้น</u> (Initiation) อนุมูลอิสระ($R^{\cdot}$)ที่เกิดขึ้นจะถูกสร้างจากโมเลกุลของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวที่ allytic methylene group (RH) หรือ lipohydroperoxide (RO_2H) โดยปฏิกิริยาของ Initiator นี้จะมี แสง ความร้อน หรือโลหะหนัก เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยานี้แสดงได้ดังนี้

$$RH + \text{Initiator} \longrightarrow R^{\cdot} + H^{\cdot}$$

(free radical)

$$RO_2H + \text{Initiator} \longrightarrow ROO^{\cdot}$$

2.2.2 <u>ปฏิกิริยาขั้นต่อเนื่อง</u> (Propagation) อนุมูลอิสระ($R^{\cdot}$) สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเพื่อสร้างอนุมูล peroxy ($ROO^{\cdot}$) ซึ่งอนุมูลนี้สามารถทำปฏิกิริยาต่อกับโมเลกุลของไขมันตัวอื่นทำให้เกิด hydroperoxide (ROOH) และอนุมูลอิสระตัวอื่น($R^{\cdot}$) ทำให้เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$R^{\cdot} + O_2 \longrightarrow ROO^{\cdot}$$

(fat free radical) (peroxy free radical)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$ROO^{\bullet} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\bullet}$$

(peroxide free radical) (fat) (hydroperoxide) (fat free radical)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นอาจถูกทำลายต่อไปโดย รังสี ความร้อน โลหะเร่งปฏิกิริยา หรือเอนไซม์ ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นในปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งเป็นผลให้อัตราเร็วของการเกิดการหืนเร็วขึ้น อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นรวมทั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาต่อไปให้ผลิตผลเป็นกรดไฮดรอกซี กรดคีโต และแอลดีไฮด์ ซึ่งมีโมเลกุลเล็กลงและเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการหืน

2.2.3 ปฏิกิริยาขั้นสิ้นสุด (Termination) อนุมูลอิสระที่เกิดจากปฏิกิริยาลูกโซ่อาจรวมตัวกันในรูปต่างๆ เกิดเป็น non-radical ซึ่งจะทำให้ปฏิกิริยาสิ้นสุดลง ตัวอย่างเช่น

$$R^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow R{-}R$$

$$ROO^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow ROOR$$

ปฏิกิริยาขั้นสิ้นสุดนี้เกิดขึ้นได้เมื่อ antioxidant หรือ radical scavenger ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาขั้นต่อเนื่อง หรือ Propagation (St.Angelo,1996) เมื่อไม่มีอนุมูลอิสระเหลือสำหรับทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับออกซิเจนแล้ว หากยังมีออกซิเจนมากพออยู่ ก็จะเริ่มต้นเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 เพื่อให้เกิดอนุมูลอิสระได้ใหม่ ปฏิกิริยาเริ่มต้นนี้น่าสนใจมากเพราะเป็นปฏิกิริยาที่ใช้พลังงานในการทำลายพันธะระหว่างคาร์บอนและไฮโดรเจน ปริมาณพลังงานที่ใช้ประมาณ 35 กิโลแคลอรีหรือ 145 กิโลจูลต่อโมล และยังต้องใช้พลังงานอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งน้อยกว่าพลังงานที่ใช้ในการเติมออกซิเจนเข้าไปที่พันธะคู่ เพื่อให้เกิดเป็น diradical อย่างไรก็ตาม พลังงานที่ใช้จะลดน้อยลงในภาวะที่มีโลหะเอนไซม์หรือแสงช่วยเร่งให้เกิดโฟโตออกซิเดชั่น(Photooxidation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดลิพิดออกซิเดชั่น

เนื่องจากลิพิดที่อยู่ในอาหารมีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันชนิดต่างๆมากมาย ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสมบัติทางกายภาพและทางเคมี รวมทั้งความไวต่อการเกิดออกซิเดชั่น นอกจากนั้นส่วนประกอบอื่นๆในอาหารอาจทำหน้าที่ร่วมออกซิไดส์ (cooxidize) หรือทำปฏิกิริยากับลิพิดที่ถูกออกซิไดส์แล้ว หรือโปรดักส์ที่เกิดจากการออกซิเดชั่น ดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชั่นของลิพิดจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและค่อนข้างสลับซับซ้อน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดลิพิดออกซิเดชั่นมีดังนี้

2.3.1 <u>ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ</u> เนื่องจากชนิดของกรดไขมันในโมเลกุลของไขมันและน้ำมันมีผลกระทบต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชั่น กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้นที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และอัตราเร็วของการเกิดจะแตกต่างกัน กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่า ดังนี้ กรดอะราชิโดนิก : กรดลิโนเลนิก : กรดลิโนเลอิก : กรดโอเลอิก = 40 : 20 : 10 : 1 นอกจากนี้ กรดไขมันที่อยู่ในรูปของ ซิสไอโซเมอร์เกิดออกซิไดส์ได้เร็วกว่ากว่า ทรานซ์ไอโซเมอร์ และตำแหน่งที่เป็น conjugated double bond จะเกิดได้ไวกว่า nonconjugated double bond การเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิห้อง กรดไขมันชนิดอิ่มตัวจะไม่เกิดออโตออกซิเดชั่น จะเกิดเฉพาะกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้น แต่ที่อุณหภูมิสูงกรดไขมันชนิดอิ่มตัวก็อาจเกิดออโตออกซิเดชั่นได้บ้าง

2.3.2 <u>กรดไขมันอิสระ</u> กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระจะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าที่อยู่ในรูปเอสเทอร์กับกลีเซอรอล

2.3.3 <u>ความเข้มข้นของออกซิเจน</u> ในภาวะที่มีออกซิเจนมากอัตราการเกิดออกซิเดชั่นจะไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน แต่ในภาวะที่มีออกซิเจนน้อยอัตราการเกิดออกซิเดชั่นจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน อย่างไรก็ดีผลของออกซิเจน ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น อุณหภูมิและพื้นผิวที่สัมผัสกับออกซิเจน

2.3.4 <u>อุณหภูมิ</u> อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชั่นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อความดันย่อยของออกซิเจนด้วย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนความดันย่อยของออกซิเจนจะมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยต่ออัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชั่น เพราะการละลายของออกซิเจนในลิพิดและน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

2.3.5 <u>พื้นที่ผิว</u> อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชั่นจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อพื้นที่ผิวของลิพิดที่สัมผัสกับอากาศ ดังนั้น หากอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเพิ่มขึ้นการเกิดออกซิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดชั่นจะเร็วขึ้น สำหรับอาหารที่เป็นอิมัลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ การเกิดออกซิเดชั่นจะขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนเข้าไปยังส่วนที่เป็นน้ำมัน

2.3.6 ความชื้น อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชั่นขึ้นอยู่กับค่า a_w อาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำมาก(a_w น้อยประมาณ 0.1)ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เมื่อค่า a_w เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 0.3 จะยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นของลิพิดให้เกิดน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อค่า a_w เพิ่มมากขึ้นอยู่ในช่วง 0.55-0.85 อัตราการเกิดออกซิเดชั่นจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากพอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของคะตะลิสต์และออกซิเจน

2.3.7 การเกิดอิมัลซิฟิเคชั่น ในอาหารที่เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ หยดน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ในตัวกลางที่เป็นน้ำ ออกซิเจนจะต้องแพร่กระจายผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำเข้าไปยังหยดน้ำมันผ่านชั้นระหว่างผิวของน้ำกับน้ำมัน ดังนั้นอัตราการเกิดออกซิเดชันจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆร่วมด้วย เช่น ชนิดและความเข้มข้นของอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ ขนาดอนุภาคหยดน้ำมัน พื้นที่ผิวของinterface ความหนืดของตัวกลางที่เป็นน้ำ ค่าพีเอช ส่วนประกอบและporosity ของตัวกลาง

2.3.8 Pro – oxidants แร่ธาตุหรือโละบางชนิด เช่น โคบอลต์ ทองแดง แมงกานีส มีสมบัติเป็น Pro – oxidants ได้ ที่ความเข้มข้นต่ำเพียง 0.1 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งจะเร่งอัตราการเกิดออกซิเดชันได้

2.3.9 Radiant energy แสงและรังสีต่างๆ เช่น visible light แสงอัลตราไวโอเลต และแกมมาเรดิเอชัน มีผลช่วยเร่งให้เกิดออกซิเดชันได้เร็วขึ้น

2.3.10 สารต้านออกซิเดชัน จะช่วยยับยั้ง หรือชะลอการเกิดออกซิเดชันได้ ซึ่งมีทั้งสารต้านออกซิเดชันในธรรมชาติ เช่น วิตามินอีในน้ำมันพืช และสารต้านออกซิเดชันที่เป็นสารสังเคราะห์และอนุญาติให้เติมลงในอาหารได้ เช่น โพรพิลแกลเลต บีเอชเอ (BHA) และ บีเอชที (BHT) เป็นต้น

2.4 ตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

ในอาหารมีปัจจัยที่เร่งให้เกิดออกซิเดชั่นของกรดไขมัน ได้แก่ ความร้อน แสง อิออนของโลหะ เมททอลโลโปรตีน เช่น ฮีม และเอนไซม์ไลปอกซีจีเนส เป็นต้น (Jadhav และคณะ,1996) โดยเฉพาะโลหะทรานซิชั่น ที่มีวาเลนซี่เท่ากับหรือมากกว่า 2 และมีค่าออกซิเดชั่น-รีดักชั่น โพเทนเชียล (oxidation – reduction potential) ที่เหมาะสม เช่น โคบอลท์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส และนิกเกิล เป็นต้น ซึ่งโลหะทรานซิชั่นที่กล่าวมานี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดีแม้มีความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำเพียง 0.1 ppm. อิออนของโลหะเหล่านี้จะลดเวลาในการเหนี่ยวนำให้เกิดออกซิเดชั่น (induction period) และเพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชั่น ซึ่งโลหะหนักพวกนี้พบทั่วไปในน้ำมันที่บริโภคโดยปนเปื้อนมาจากดินที่ใช้ปลูกพืช น้ำมันจากสัตว์ หรือจากเครื่องมือที่เป็นโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือเก็บรักษาน้ำมัน นอกจากนี้ยังพบทั้งในน้ำนมและน้ำผลไม้ ในรูปของสารประกอบ หรือในรูปอิสระ โดยมีกลไกในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Nawar,1985) ดังนี้

2.4.1 เร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

$$M^{n+} + ROOH \longrightarrow M^{(n+1)+} + OH^- + RO^{\cdot}$$

$$M^{n+} + ROOH \longrightarrow M^{(n-1)+} + H^+ + ROO^{\cdot}$$

2.4.2 ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารตั้งต้นที่ไม่ถูกออกซิเดชัน

$$M^{n+} + RH \longrightarrow M^{(n-1)+} + H^+ + R^{\cdot}$$

2.4.3 ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของออกซิเจนให้ ซิงเกลทออกซิเจน (singlet oxygen) และอนุมูลเปอร์ออกซี

$$M^{n+} + O_2 \longrightarrow M^{(n+1)+} + O_2^- \xrightarrow{-e} O_2$$

$$O_2^- \xrightarrow{+H^-} O_2$$

2.5 วิธีการตรวจสอบการเกิดลิพิดออกซิเดชัน

การเกิดลิพิดออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่ซับซ้อน และมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมีของลิพิด การตรวจสอบเพื่อวัดการเกิดออกซิเดชันของลิพิดทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยม ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 <u>การหาค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value ; PV)</u> เปอร์ออกไซด์เป็นโพรดักส์แรกของการเกิดออโตออกซิเดชัน ซึ่งการวัดปริมาณที่เกิดขึ้นทำได้โดยใช้ความสามารถของเปอร์ออกไซด์ ที่จะทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไอโอไดด์ได้เป็นไอโอดีน แล้วหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นโดยการไทเทรตหรือไอโอดิเมตรี(iodimetry) ดังสมการ

$$ROOH + 2KI \longrightarrow ROH + I_2 + K_2O$$

หรือการออกซิไดส์เฟอรัสไอออนให้เป็นเฟอริกไอออนโดยวิธีไทโอไซยาเนต ค่าเปอร์ออกไซด์หมายถึง มิลลิสมมูลของเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัมของไขมันหรือน้ำมัน ระหว่างการเกิดออกซิเดชัน ค่าเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดและลดต่ำลง

ถึงแม้ว่าค่าเปอร์ออกไซด์จะใช้ในการวัดการเกิดออกซิเดชันของไขมันโดยทั่วไปแต่ก็จำกัดเฉพาะการเกิดออกซิเดชันขั้นต้น เพราะว่าเปอร์ออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้ในสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นรสหืนตัวอื่นๆ อย่างไรก็ตามมีรายงานการทดลองพบว่าวิธีวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ของ AOCS (American Oil Chemist's Society) มีความสัมพันธ์กับวิธีทางประสาทสัมผัสเป็นอย่างดีเมื่อทดลองกับน้ำมันชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันหมู น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด (นิธิยา ,2545)

2.5.2 <u>การทดสอบกรดไทโอบาบิทูริก(Thiobarbituric acid – reaction substance ; TBARS)</u> โพรดักส์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว จะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาบิทูริกทำให้เกิดสี ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากปฏิกิริยา condensation ของมาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) กับกรดไทโอบาบิทูริก 2 โมเลกุล อย่างไรก็ตาม การเกิดออกซิเดชันอาจไม่จำเป็นต้องเกิดมาโลนัลดีไฮด์เสมอไป เพราะสารประกอบพวกแอลคานาล (alkanals) แอลคีนาล (alkenals) และ2,4 – ไดอีนาล (dienals) กับกรดไทโอบาบิทูริก จะให้สีเหลืองและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร มีเพียงไดอีนาลเท่านั้นที่ให้สีแดง และดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร

ได้มีการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า TBARS และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าค่า TBARS ไม่สามารถบอกคะแนนกลิ่นรสได้เพราะว่าค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีความผันแปรมาก ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า TBARS และ การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของตัวอย่างต้องมีการทดสอบและเก็บบันทึกเป็นตัวอย่างก่อนจะใช้ค่าTBARSเป็นดัชนีกลิ่นรสของตัวอย่างชนิดนั้นๆ (นิธิยา ,2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ไก่

ในบรรดาเนื้อสัตว์ที่เป็นอาหารเลี้ยงประชากรของโลก พบว่ามีการบริโภคเนื้อไก่กันมาก โดยทั่วไปไม่ว่าจะเป็นส่วนใดของโลก ในเมือง หรือชนบท เนื้อไก่นิยมนำมาใช้ในการปรุงอาหารเด็ก อาหารผู้ใหญ่ และอาหารผู้สูงอายุ เพราะด้วยเหตุผลว่า ผลผลิตที่เป็นเนื้อมีค่อนข้างสูง มีการสูญเสียต่ำเมื่อมีการนำไปปรุงอาหาร และข้อดีอีกอย่างหนึ่งคือ มีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆทุกชนิด ฉะนั้นจึงจะพบรายการอาหารที่ทำจากเนื้อไก่อยู่บนโต๊ะอาหารเสมอ

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่เนื้อในประเทศไทยได้เจริญรุดหน้าเท่าเทียมอารยประเทศ มีการผลิตที่ได้มาตรฐาน มีโรงเชือด และมีการชำแหละที่ได้ตามมาตรฐานสากล ดังนั้นจึงทำให้มีอุตสาหกรรมไก่ส่งออก ทั้งเนื้อไก่แช่แข็งและไก่ถอดกระดูก ทำรายได้เข้าประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านวัตถุดิบ อาหารสัตว์ และมีแรงงานที่ค่อนข้างถูก

เนื้อไก่ที่ผลิตขึ้นเพื่อบริโภคมีการแบ่งประเภทของไก่ให้เหมาะสมต่อการแปรรูป เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ โดยเริ่มจากแบ่งประเภทไก่ตามลักษณะการใช้งาน การตัดแต่งซาก การจัดเกรดซากเนื้อไก่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อไก่และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตขึ้นด้วย

2.6.1 คุณภาพเนื้อไก่(Poutry meat quality)

คุณภาพเป็นผลร่วมของคุณค่าทางโภชนาการและความพึงพอใจของผู้บริโภค ในด้านคุณภาพของเนื้อไก่นั้นผู้บริโภคจะให้ความสำคัญ กับเรื่องของปริมาณโปรตีน ไขมัน ความนุ่ม และรสชาติ รวมถึงการนำไปประกอบอาหารได้อย่างรวดเร็ว

2.6.2 ความเป็นกล้ามเนื้อ(Muscling)

เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญเนื่องจากสามารถ เปรียบเทียบราคา และคุณค่าของปริมาณเนื้อ ดังนั้นความเป็นกล้ามเนื้อจึงเป็นสิ่งที่ส่งผลถึงปัจจัยต่างๆหลายอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อายุ เพศ และพันธุ์ เป็นต้น นอกจากนี้ชิ้นส่วนที่ได้หากมีปริมาณเนื้อมาก ก็ย่อมเป็นที่สนใจแก่ผู้บริโภค ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างเนื้อและกระดูกจึงต้องพิจารณาให้ดี รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างเนื้อต่อไขมันหรือหนังด้วย ตัวบ่งชี้ที่สำคัญ คือ น้ำหนักซาก (แสดงดังตารางที่ 2.2) และมีข้อแนะนำว่า ควรเลือกซื้อไก่กระทงที่มีน้ำหนักมากเนื่องจาก ความได้เปรียบด้านปริมาณเนื้อสูง กระดูกต่ำ นอกจากนี้คุณภาพการบริโภคโดยเฉพาะรสชาติที่ดีก็สำคัญเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณภาพซากไก่ที่น้ำหนักซากต่างๆกัน

น.น.เฉลี่ยที่ระดับต่างๆ (กรัม)	ชิ้นส่วนที่บริโภค (%)	เนื้อแดง (%)	กระดูก (%)	เนื้อแดง : กระดูก
435	70.4	51.8	29.6	1.75
657	74.5	55.9	25.5	2.19
939	75.5	57.2	23.5	2.43
1260	75.5	58.5	22.5	2.6
1502	77.5	58.8	22.1	2.66

ที่มา : สัญชัย, 2543

ปริมาณไขมันในซากเป็นส่วนหนึ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจมาก เพราะมีผลโดยตรงต่อสุขภาพ และมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ปริมาณไขมันในซากไก่เพศเมียมีการสะสมไขมันมากกว่าไก่เพศผู้ ในปัจจุบันไก่เนื้อที่มีการผลิตขึ้นเพื่อเป็นเนื้อไก่ชำแหละได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ให้ดีขึ้นจึงพบว่าเนื้อไก่จะไม่มีการสะสมของไขมันมากนัก ซึ่งปริมาณส่วนประกอบของเนื้อไก่จะมีผลต่อคุณภาพการบริโภค ในระหว่างการปรุงอาหาร และ เรื่องการสูญเสียน้ำ ที่เป็นเหตุที่สำคัญต่อลักษณะของอาหาร เนื้อสัมผัส สี ลักษณะปรากฏต่างๆ เมื่อนำไปแปรรูป หรือปรุงอาหาร

2.6.3 ผลของการทอดเนื้อไก่ พิจารณา ได้ 2 กรณี

2.6.3.1 <u>ผลของความร้อนต่อน้ำมัน</u> ระหว่างการทอดซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นเป็นเวลานานกับน้ำมันในสภาวะที่มีความชื้นและออกซิเจนจากอาหาร จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเกิดสารประกอบต่างๆ เช่น คาร์บอนิลที่ระเหย กรดไฮดรอกซี กรดคีโตน และกรดอีพอกซี เป็นต้น สารต่างๆเหล่านี้จะทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ต้องการและทำให้น้ำมันมีสีเข้ม การเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชั่นของโมเลกุลน้ำมันในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจะทำให้เกิดสารประกอบที่โมเลกุลเป็นวงและเกิดโพลีเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ซึ่งจะทำให้ความหนืดของน้ำมันเพิ่มขึ้น การที่ความหนืดเพิ่มขึ้นนี้จะทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวระหว่างการทอดลดลงและทำให้อาหารอมน้ำมันมากขึ้น การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของวิตามินที่ละลายในน้ำมันที่มีอยู่ในน้ำมันจะทำให้เสียคุณค่าทางโภชนาการ เรตินอล แคโรทีนอยด์ และโทโคฟีรอลจะถูกทำลายโดยการเกิดออกซิเดชั่นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีและกลิ่นรสของน้ำมัน เนื่องจากโท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคฟีรอลจะถูกออกซิไดส์ได้ดีกว่าไขมันจึงมีผลของการเป็นสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (antioxidants) เมื่อมีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นเรื่องสำคัญเพราะน้ำมันที่ใช้ทอดส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันพืชซึ่งมีไขมันไม่อิ่มตัวอยู่เป็นส่วนใหญ่และไขมันเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่าย

2.6.3.2 ผลของความร้อนต่ออาหารทอดโดยตรง การทอดมีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ทำให้เกิดสี กลิ่นรสเฉพาะตัวของเปลือกด้านนอกชิ้นอาหาร การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ผลของการทอดต่อคุณค่าทางโภชนาการจะขึ้นกับลักษณะกระบวนการที่ใช้ กล่าวคือ การทอดที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดเปลือกแข็งขึ้นอย่างรวดเร็ว และช่วยลดการเปลี่ยนแปลงภายในชิ้นอาหาร ทำให้สารอาหารไม่ถูกทำลายไปมาก นอกจากนั้นวิตามินที่ละลายในน้ำซึ่งไวต่อปฏิกิริยาจากความร้อนและออกซิเจนก็จะถูกทำลายโดยการทอดเช่นเดียวกัน และปริมาณไขมันที่มีอยู่ในอาหารก็จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีน้ำมันที่ใช้ทอดบางส่วนติดมากับอาหาร แต่จะสรุปความสำคัญทางด้านโภชนาการได้ยากเพราะคุณค่าทางโภชนาการจะต่างกันไปขึ้นกับชนิดและการใช้งานของน้ำมัน รวมทั้งปริมาณน้ำมันที่ติดมากับอาหาร (กิตติพงษ์, 2536)

2.7 คุณภาพการบริโภค (Eating quality)

สิ่งแรกที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อคุณภาพเนื้อไก่ในระหว่างการปรุงอาหาร คือ การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงอาหาร พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำคือ

2.7.1 อายุและการเลี้ยงดู สัตว์ที่อายุมากและอ้วน การสูญเสียก็มากขึ้นด้วย

2.7.2 โครงสร้างกายภาพของเนื้อ ปัจจัยนี้เริ่มตั้งแต่การขนย้ายสัตว์จากฟาร์มสู่โรงฆ่า จนกระทั่งฆ่าและตัดแต่ง ซึ่งปัญหาที่พบคือ ความเครียดของสัตว์ และวิธีการฆ่าสัตว์ ซึ่งถ้าควบคุมให้ได้มาตรฐาน ปัญหาดังกล่าวจะหมดไป

2.7.3 การตัดแต่งซาก รวมไปถึงการทำความสะอาดและวิธีการแช่เย็น ซึ่งจำเป็นต้องรักษาความสะอาดให้ปราศจากการปนเปื้อนให้มากที่สุด

2.7.4 กรรมวิธีการปรุงอาหาร มีผลต่อการสูญเสียน้ำดังนี้

การต้ม เป็นการให้ความร้อนชื้นที่มีน้ำมาก	สูญเสีย 32 เปอร์เซ็นต์
การนึ่ง เป็นการให้ความร้อนอย่างช้าๆในน้ำน้อยๆ	สูญเสีย 32 เปอร์เซ็นต์
การอบ เป็นการให้ความร้อนในภาชนะปิดที่ควบคุมอุณหภูมิได้	สูญเสีย 28 เปอร์เซ็นต์
การย่าง หรือปิ้งเป็นการให้ความร้อนแห้ง	สูญเสีย 26 เปอร์เซ็นต์
การทอด เป็นการทอดด้วยน้ำมัน	สูญเสีย 21 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 คุณค่าทางโภชนะ (Nutritive value)

เนื้อสัตว์ปีกมีคุณค่าทางโภชนะสูงโดยเฉพาะมีปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวสูง ส่วนที่สำคัญคือเนื้ออกจะให้ปริมาณโปรตีนสูง แสดงได้ดังตารางที่ 2.3 และ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนะของเนื้อสัตว์ปีกใน 100 กรัม

เนื้อสัตว์ปีก	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	พลังงาน (Kj)	Ca (mg.)	P (mg.)	B_2 (µg.)
ไก่						
ทั้งตัว	20.6	5.6	600	12	200	160
อก	22.8	0.9	455	14	212	90
น่อง	20.6	3.1	500	15	188	240
ตับ	22.1	4.7	615	18	240	2490
ไก่งวง	20.1	14.7	960	26	257	140
เป็ด	18.1	17.2	1015	11	187	200
ห่าน	15.7	31.0	1525	12	184	860

ที่มา : สัญชัย, 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 กรดไขมันชนิดต่างๆที่มีอยู่ในสัตว์ปีก

ชิ้นส่วน	16 : 0	16 : 1	18 : 0	18 : 1	18 : 2
ไก่					
เนื้ออก	21.0	2.1	7.8	26.5	32.6
ไขมันช่องท้อง	16.0	3.2	4.8	29.1	40.8
ไก่งวง					
เนื้ออก	26.1	3.6	12.9	32.4	15.4
ไขมันช่องท้อง	24.2	4.0	11.8	38.8	16.6
ห่าน					
เนื้ออก	21.9	2.6	6.9	50.6	15.2
ไขมันช่องท้อง	20.9	2.4	6.8	52.2	15.3
เป็ด					
ไขมันช่องท้อง	27.1	4.4	6.5	42.5	16.3

ที่มา : สัญชัย, 2543

2.9 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง (Intermediate Moisture Meats , IMM)

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคของคนในเขตภูมิภาคเอเชียมาเป็นเวลานาน เนื่องจากประเทศในเขตนี้มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น อาหารสด โดยเฉพาะเนื้อสัตว์จะเสื่อมเสียได้ง่ายเนื่องจากจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงมีการนำอาหารสดมาปรับปรุงและแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานมากที่สุด โดยเน้นในด้านความคงทนต่อจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งเช่น ไก่แดดเดียว เนื้อสวรรค์ และกุนเชียง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งสามารถผลิตได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีอาศัยหลักการเดียวกันคือการทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง ปัจจุบันได้มีการใช้สารดูดความชื้นหรือฮิวแมคแทน (humectant) เติมลงในส่วนผสมเนื่องจากสารดูดความชื้นมีสมบัติในการรวมตัวกับน้ำโดยจับน้ำส่วนที่เหลืออยู่ในอาหารซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ทำให้อาหาร มีอายุการเก็บรักษาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวนานขึ้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้(water activity, a_w) อยู่ในช่วง 0.65 – 0.85 หรือมีค่าความชื้นสัมพัทธ์(relative humidity) 65 – 85 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นประมาณ 15 – 30 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จึงสามารถเก็บรักษา และ วางจำหน่ายภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นได้เป็นระยะเวลานานโดยไม่ต้องแช่เย็น เนื่องจากมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในระดับต่ำซึ่งเป็นระดับที่จุลินทรีย์ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (ไพโรจน์ ,2539)

2.10 งา (Sesame)

งา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* เป็นพืชล้มลุกในวงศ์ Pedaliaceae ชื่อสามัญเรียกกันทั่วไปว่า Sesame มีลักษณะเป็นพุ่มความสูงประมาณ 6 – 7 ฟุต ลำต้นมีลักษณะเป็นร่องยาวหยักลึกเข้าข้างในลำต้น มีขนปกคลุมใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามหรือสลับกัน ลักษณะใบเป็นรูปใบหอกกว้างประมาณ 6 – 10 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะเป็นช่อ โดยดอกจะออกเป็นดอกเดี่ยวออกสลับที่ซอกใบ กลีบดอกเป็นสีขาว สีชมพู หรือสีชมพูอมม่วง แสดงดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 ส่วนต่างๆ ของงา ดอกงา ฝักงา และเมล็ดงาตามลำดับ
ที่มา : (http://homecooking.about.com/library/weekly/aa060898a.htm)

เมื่อดอกติดผลลักษณะจะเป็นฝัก ภายในผลจะมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก ผลเป็นผลแห้ง เมล็ดแบนรูปไข่ เมล็ดมีสีมากมายหลายสีเนื่องจากชนิดพันธุ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่นสีน้ำตาล สีดำ สีเหลือง สีแดง สีขาว เป็นต้น งาเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ มีแนวโน้มที่ทวีความสำคัญขึ้นทุกปี เป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตและการตลาดสูง ปลูกง่ายลงทุนน้อย ทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดี จึงปลูกได้ทุกภาคของประเทศ ตลาดกว้างและราคาดีเกษตรกรนิยมปลูกงา หลังปลูกพืชหลัก หรือปลูกงาหลังจากการเก็บเกี่ยวพืชหลักแล้ว ด้านการตลาดเนื่องจากความต้องการเมล็ดงาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศมีสูงขึ้นเรื่อยๆ ปัจจุบันประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทยผลิตงาได้ปีละประมาณ 35,000 ตัน ใช้บริโภคเองภายในประเทศ ร้อยละ 45 อีกร้อยละ 55 ของการผลิตส่งไปขายยังต่างประเทศ ตลาดเมล็ดงาที่สำคัญของไทย ได้แก่ ไต้หวัน ญี่ปุ่น มาเลเซีย และออสเตรเลีย ในขณะที่ตลาดโลกโดยเฉพาะ ตลาดยุโรปและอเมริกายังมีความต้องการงาอีกมาก ประเทศที่มีการปลูกงามาก คือ อินเดีย จีน และในแอฟริกา ในประเทศไทยพื้นที่ที่มีการปลูกงากันมาก ได้แก่ อุบลราชธานี มหาสารคาม ลพบุรี พิษณุโลก เลย อุตรดิตถ์ สุพรรณบุรี สุราษฎร์ธานี และเชียงใหม่ เป็นต้น (คมสัน และ กำพล ,2546)

2.11 สายพันธุ์งา

พันธุ์งา ที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งตามสีของเมล็ดงา แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ งาดำ งาขาว และงาดำแดง

2.11.1 **งาดำ** ที่ปลูกกันทั่วไปมี 4 พันธุ์ คือ พันธุ์บุรีรัมย์ พันธุ์นครสวรรค์ พันธุ์ มก.18 และพันธุ์ มข.2

<u>งาดำบุรีรัมย์</u> เป็นพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะฝัก 4 กลีบ 8 พู เมล็ดมีขนาดใหญ่ สีค่อนข้างดำสนิท

<u>งาดำนครสวรรค์</u> เป็นพันธุ์พื้นเมือง เมล็ดมีสีดำขนาดใหญ่และเต่ง ลักษณะฝักเป็นแบบ 4 กลีบ 8 พู การเกิดฝักจะเวียนสลับรอบลำต้น 1ข้อ มี 1 ฝัก นิยมปลูกมากในจังหวัดบุรีรัมย์ มีน้ำมันในเมล็ด 49.1 เปอร์เซ็นต์ ไม่ต้านทานต่อโรคเน่าดำและโรคไหม้ดำ

<u>งาดำ มก. 18</u> เป็นพันธุ์แท้ที่มีการปรับปรุงพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมล็ดมีสีดำสนิท ลักษณะฝัก 2 พู ฝักเกิดตรงข้าม ดังนั้น 1 ข้อจะมี 2 ฝัก การเรียงตัวของฝักจะเป็นแบบเวียนสลับรอบลำต้น กรมส่งเสริมการเกษตร สมาคมพ่อค้าข้าวโพด และพืชพันธุ์ไทย ได้ส่งเสริมการปลูกงาดำ มก.18 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและกาญจนบุรี เพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีความต้องการงาพันธุ์ มก.18 สูงถึงปีละ 10,000 – 30,000 ตัน มีน้ำมันในเมล็ด 48.2 เปอร์เซนต์

<u>งาดำ มข.2</u> เป็นพันธุ์ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์มาจากงาดำพันธุ์ ซีบี 80 ของจีน ลักษณะฝักเป็นแบบ 4 พู เมล็ดสีดำสนิท ไม่ไวต่อช่วงแสง เขตส่งเสริมการปลูกได้แก่ จังหวัดบุรีรัมย์ และมหาสารคาม

2.11.2 **งาขาว** ที่ปลูกกันทั่วไปมี 6 พันธุ์ คือ พันธุ์เมืองเลย พันธุ์เชียงใหม่ พันธุ์ชัยบาดาล พันธุ์ร้อยเอ็ด 1 พันธุ์มข.1 และพันธุ์มหาสารคาม 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96574

งาขาวพันธุ์เมืองเลย มีขนาดเมล็ดเล็ก เรียกว่า งาไข่ปลา ลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู เป็นพันธุ์ที่ตลาดต้องการเพราะนำไปสกัดน้ำมันมีกลิ่นหอม ปลูกมากที่จังหวัดเลยและบริเวณชายแดนไทย-ลาว

งาขาวพันธุ์เชียงใหม่ มีลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู มีขนาดเมล็ดเล็กแต่ใหญ่กว่าพันธุ์เมืองเลยเล็กน้อย

งาขาวพันธุ์ชัยบาดาล มีลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู เมล็ดมีขนาดปานกลาง ปลูกที่จังหวัดเพชรบูรณ์และลพบุรี แต่ปัจจุบันมีปริมาณน้อยมาก

งาขาวพันธุ์ร้อยเอ็ด 1 เป็นพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรปรับปรุงพันธุ์ขึ้น สีเมล็ดขาวสม่ำเสมอ ลักษณะฝัก 4 กลีบ 8 พู เมล็ดมีขนาดปานกลาง ไม่ต้านทานต่อหนอนห่อใบงาและหนอนผีเสื้อหัวกะโหลก ฝักแตกง่าย จะต้องเก็บเกี่ยวทันทีที่ครบอายุการเก็บเกี่ยว มีน้ำมันในเมล็ด 41.4 เปอร์เซนต์

งาขาวพันธุ์ มข.1 เป็นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นปรับปรุงมาจากงาขาวซีดับบลิว 103 ของจีน ลักษณะฝักเป็นแบบ 2 พู ฝักมีการเรียงตัว เป็นแบบตรงกันข้าม เมล็ดมีสีขาวค่อนข้างใหญ่ ไม่ต้านทานต่อหนอนห่อใบงาและหนอนผีเสื้อกะโหลก

งาขาวพันธุ์มหาสารคาม 60 เป็นพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรปรับปรุงพันธุ์จากพันธุ์ที่ -85 ของประเทศอินเดีย ลักษณะฝัก 2 กลีบ 4 พู ฝักมีการเรียงตัวเป็นแบบตรงกันข้าม มี 1 ฝัก ต่อ 1 ซอกใบ ขนาดเมล็ดโตสีขาว มีน้ำมันในเมล็ด 46.3 เปอร์เซนต์

2.11.3 **งาแดง** หรือเรียกกันทั่วไปว่า งาเกษตร ที่ใช้ปลูกมี 3 พันธุ์ คือ พันธุ์พื้นเมืองพิษณุโลก พันธุ์อุบลราชธานี 1 และ พันธุ์มข. 3

งาแดงพันธุ์พื้นเมืองพิษณุโลก ลักษณะฝักมี 2 กลีบ 4 พู ขนาดเมล็ดโต สีของเมล็ดทั้งสีดำและสีแดงปนอยู่ด้วยกัน ปลูกมากที่ จังหวัดเพชรบูรณ์ นครสวรรค์ สุโขทัย ลพบุรี แพร่ และน่าน

งาแดงพันธุ์อุบลราชธานี 1 กรมวิชาการเกษตรปรับปรุงพันธุ์จากงาพันธุ์ นานนี 25/160/85-9 ของประเทศพม่า ได้รับการรับรองพันธุ์เมื่อ 19 มกราคม 2536 มีขนาดเมล็ดโตสม่ำเสมอ ลักษณะฝักเป็นแบบ 2 พู ต้านทานต่อโรคเหี่ยวหนอนห่อใบงา ไรขาว และมวนฝิ่น ใช้เป็นพันธุ์ที่แนะนำเกษตรกรปลูกแทนพันธุ์พื้นเมือง มีน้ำมันในเมล็ด 50.3 เปอร์เซ็นต์

งาแดงพันธุ์ มข.3 คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น จากงาพันธุ์นานนีของประเทศพม่า ลักษณะฝักเป็นแบบ 2 พู เมล็ดโตสีแดง ค่อนข้างต้านต่อโรคและแมลง (http://www.dipasa.nl/roasoil.htm)

งาดำที่เกษตรกรปลูกในปัจจุบันมีผลผลิตต่อไร่ต่ำและมีขนาดเมล็ดเล็ก(น้ำหนักเพียง1,000 เมล็ด ประมาณ 2.7 กรัม) ขณะที่ตลาดภายในประเทศและต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศญี่ปุ่นและไต้หวันต้องการงาดำเมล็ดโต มีสีดำสนิทสม่ำเสมอ มีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เพื่อใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบอาหารและบริโภคโดยตรง ในประเทศไทยมีพื้นที่ที่ปลูกงาดำ ปีละ 80,000 – 120,000 ไร่ ผลผลิตปีละ 6,000 – 8,000 ตัน ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด ซึ่งปัจจุบันตลาดภายในประเทศได้ให้ความสนใจงาดำมากขึ้น โดยนำมาใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพและใช้น้ำมันงาดำเป็นยารักษาโรค กรมวิชาการเกษตรจึงได้วิจัยเพื่อพัฒนางาดำให้ได้พันธุ์งาที่ให้ผลผลิตสูง มีขนาดเมล็ดโต มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารเซซามิน เซซาโมลิน และเซซามอล ที่สูง ซึ่งเป็นพันธุ์งาดำที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของตลาด (สายสุนีย์ และ คณะ ,2541)

2.12 องค์ประกอบทางเคมีของงา

งาประกอบด้วยสารอาหารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการคือ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโนหลายชนิด และวิตามินอีในรูปสารแกมม่า – โทโคฟีรอล ในปริมาณมาก ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย และช่วยต้านทานโรคต่างๆได้ (ศัลยา ,2546) จากตารางที่ 2.5 แสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีของงาเปรียบเทียบกับถั่วเหลือง พบว่า งามีสารอาหารเกือบครบถ้วน มีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในปริมาณใกล้เคียงกันทั้ง 2 พันธุ์และเมื่อเทียบกับ ถั่วเหลือง พบว่า งามีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าถั่วเหลือง 1 เท่า แต่แคลเซียมและฟอสฟอรัสในงาจะมากกว่าถั่วเหลือง

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบทางเคมีของงาเปรียบเทียบกับถั่วเหลือง

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	งาสีดำ	งาสีขาว	ถั่วเหลือง
ความชื้น	5.26	5.87	8.42
ไขมัน	48.1	51.26	17.78
คาร์โบไฮเดรต	21.25	20.18	32.32
เยื่อใย	6.01	4.36	4.06
เถ้า	7.04	6.01	5.86
โปรตีน	17.62	16.84	35.6
แคลเซียม	0.71	0.84	0.24
ฟอสฟอรัส	0.54	0.66	0.55

ที่มา : เยาวมาลย์ และคณะ ,2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.1 ไขมัน งาเป็นพืชที่มีส่วนประกอบประเภทน้ำมันอยู่สูงจากองค์ประกอบทั้งหมดประมาณร้อยละ 45 ขึ้นไป น้ำมันงาส่วนใหญ่มีส่วนประกอบเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่มาจากส่วนพันธะเดี่ยวของกรดไขมันโอเลอิก(Oleic acid)ประมาณร้อยละ 40 – 59 พันธะคู่ของกรดไขมันไลโนเลอิก(Linoleic acid)ประมาณร้อยละ 45 – 57 และยังพบไขมันอิ่มตัวอยู่ร้อยละ 10 โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีมากจะเกิดผลดีต่อร่างกาย เนื่องจากมีพันธะสามของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวที่ถูกกำจัดออกไป ทำให้เกิดผลดีต่อสภาพการเก็บรักษา น้ำมันงาจึงมีอายุการเก็บรักษานาน มีความคงตัวดี ไม่เกิดการเหม็นหืนได้ง่าย (Mohammed และ Awatif ,1998)

2.12.2 โปรตีน เมล็ดงามีโปรตีนสูงและมีคุณภาพดีเนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด งามีโปรตีนประมาณร้อยละ 20 – 27 ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญ เช่น เมไธโอนีน (Methionine) อยู่ประมาณร้อยละ 3.3 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าโปรตีนในเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ และทริปโตเฟน(Trypthophan)สูง งาที่ผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้วจะมีปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น คือมีโปรตีนอยู่ประมาณร้อยละ 30 – 48 (สุวรรณา ,2546)

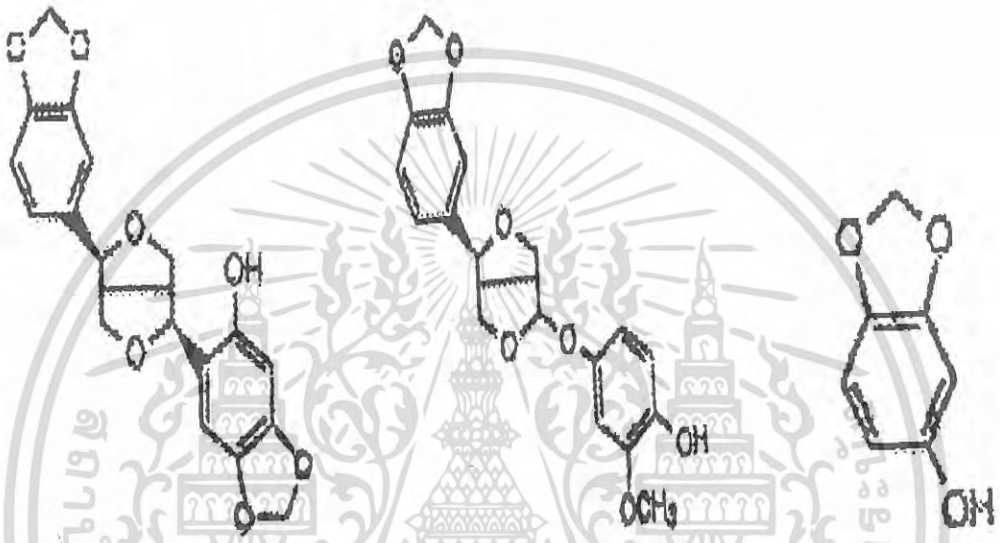
2.13 สารต้านอนุมูลอิสระในงาและน้ำมันงา

เมล็ดงามีส่วนประกอบที่เป็นน้ำมันเป็นส่วนใหญ่ และพบว่ามีส่วนประกอบที่ไม่ใช่สารอาหารอยู่ด้วย โดยสารสำคัญที่พบทำให้งามีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดี และสารสำคัญที่พบในงานี้จะช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับอนุมูลอิสระที่พบได้ในส่วนต่างๆของร่างกาย ถ้ามีอนุมูลอิสระมากเกินจะเกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์และเนื้อเยื่อได้ จากการที่นักวิทยาศาตร์ทำการศึกษาเรื่องของงาและน้ำมันงาได้มีการค้นพบและเปิดเผยออกมาว่าในงาและน้ำมันงา มีส่วนของสารลิกแนนฟีนอล(lignanphemols) หลักที่สำคัญ 2 ชนิด คือ สารเซซามิน (sesamin) และสารเซซาโมลิน(sesamolin) ซึ่งนอกจากนี้พบ สารเซซาโมลินอล(sesamolinol) สารเซซามินอล(sesaminol) และสารเซซามอล(sesamol) ถือว่าเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระชนิดใหม่ แสดงดังภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของสารต้านอนุมูลอิสระ(antioxidants)ในเมล็ดงา นอกจากส่วนของเมล็ดงาแล้ว งาเมื่อนำมาแปรรูปเป็นน้ำมัน พบว่าในน้ำมันงามีสารต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน โดยจะพบสารเซซามิน สารเซซาโมลิน และสารอื่นๆ เช่น สารเซซามอลและ สารเซซามินอล เป็นต้น โดยสารเซซาโมลิน(พบอยู่ประมาณ 300 ppm.) ที่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดปฏิกิริยา raffination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20391

ระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระฟีนอลิก (phenolic antioxidants) 2 ชนิด คือ สารเซซามอล และสารเซซามินอล



Sesaminol **Sesamol** **Sesamolinol**

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ในเมล็ดงา

ที่มา : Fukada และคณะ , 1993

การบริโภคงาโดยทั่วไปจะคั่วด้วยความร้อนให้สุก ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ซึ่งเมล็ดงาดำดิบ และงาดำคั่วมีคุณค่าทางโภชนาการ แสดงดังตารางที่ 2.6 จากตารางพบว่า งาดำที่ผ่านการคั่วสารอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงในส่วนของพลังงานรวม โปรตีน ไขมัน และใยอาหารที่มีค่าเพิ่มขึ้น แต่คาร์โบไฮเดรตจะลดลงเหลือน้อยมากเกือบไม่พบ สำหรับวิตามิน และแร่ธาตุ ส่วนมากเพิ่มขึ้น ยกเว้น ไนอาซินจะลดลง เนื่องจากวิตามินชนิดนี้สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน และส่งผลถึงสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในงาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของงาดำดิบและงาดำคั่ว

คุณค่าทางโภชนาการ	งาดำดิบ	งาดำคั่ว
พลังงาน(กิโลแคลอรี่)	553	562
ความชื้น(กรัม)	5.3	2.3
โปรตีน(กรัม)	21.9	23.3
ไขมัน(กรัม)	46.3	52.1
คาร์โบไฮเดรต(กรัม)	12.1	0
Crude fiber(กรัม)	9.9	16.1
Dietary fiber(กรัม)	-	15.7
เถ้า(กรัม)	4.5	7.0
แคลเซียม(กรัม)	1100	1452
ฟอสฟอรัส(กรัม)	570	-
เหล็ก(มิลลิกรัม)	16.0	22.0
วิตามินเอ (IU)	35	60
ไทอามิน(มิลลิกรัม)	0.82	0.97
ไนอาซิน(มิลลิกรัม)	4.1	1.5

ที่มา: คมสัน และ กำพล , 2546

สารเซซามินอลที่เกิดขึ้นมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีโดย Oxonium ion ให้ประจุแก่สารเซซาโมลิน และสารเซซามอล รวมตัวกันเกิดเป็น สารเซซามินอล เกิดระหว่างการผลิตน้ำมันงาผ่านกรรมวิธี จึงทำให้เกิดสารเซซามินอลที่ทำให้น้ำมันงามีความคงตัว ไม่เหม็นหืนง่าย แสดงดังภาพที่ 2.4

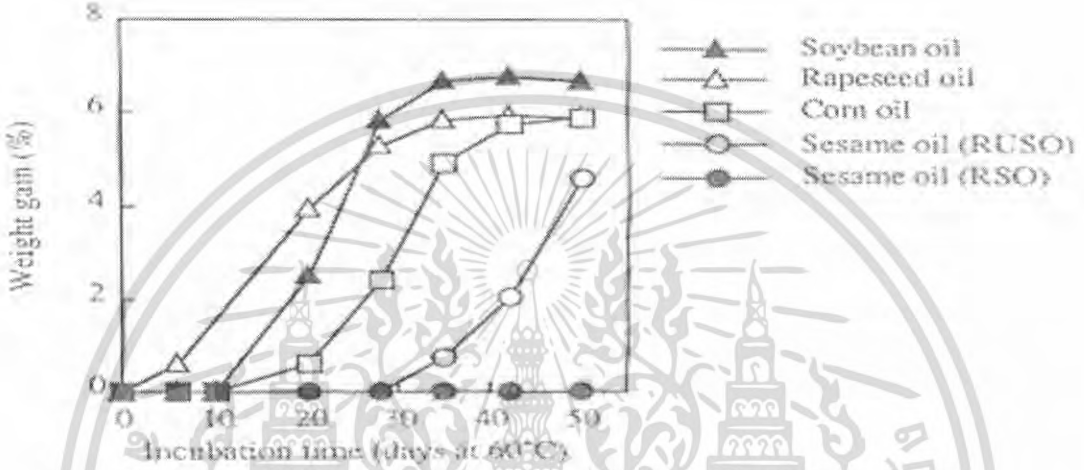
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 กลไกการเกิดอนุมูลอิสระเซซามินอล
ที่มา : Fukuda และคณะ, 1993

ความคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมันงาเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดต่างๆ ซึ่ง Namiki และKobayashi (1989) พบว่า สารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมันงาเป็นสารประกอบลิกแนนฟีนอล(lignanphenol)ที่มีสมบัติเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ดี การผลิตน้ำมันงานั้นจะผลิตจากเมล็ดงาดิบหรือจากเมล็ดงาคั่ว โดยน้ำมันที่ได้จากเมล็ดงาทั้ง 2 ชนิดจะผ่านกรรมวิธีการผลิตน้ำมันต่างกัน คือ น้ำมันงาดิบผ่านกรรมวิธี เรียกว่า RUSO และ น้ำมันงาคั่วผ่านกรรมวิธี เรียกว่า RSO ซึ่งทั้ง 2 วิธีต่างกันที่กระบวนการผลิต กล่าวคือ น้ำมันงาดิบจะผลิตโดยใช้เครื่องบีบอัด ทำการสกัดน้ำมันดิบออกมา จากนั้นนำไปสกัดต่อด้วยด่าง ล้างน้ำ และผ่านกระบวนการกำจัดกลิ่นเช่นเดียวกันกับการผลิตน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ ส่วนน้ำมันงาคั่วนั้นจะผลิตจากงาคั่ว ที่มีกรรมวิธีการผลิตแบบเดียวกับน้ำมันงาดิบ แต่จะต้องผ่านการกรองอีกครั้งหนึ่ง เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนออกด้วย น้ำมันงาคั่วจะมีคุณสมบัติพิเศษ คือให้กลิ่นหอม และ มีสีน้ำตาล โดยส่วนมากน้ำมันงาคั่วนิยมใช้ในประเทศแถบตะวันออก เพื่อการปรุงอาหารและใช้ในการแต่งกลิ่น ส่วนน้ำมันงาดิบนั้นใช้มากในแถบยุโรปและอเมริกา เพื่อผลิตน้ำสลัด และ ใช้ทอดอาหาร ทั้งน้ำมันงาดิบและน้ำมันงาคั่ว พบว่า มีความคงตัว ต่อการเสื่อมเสียที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดีมากกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ จากการศึกษาของ Namiki และ Kobayashi (1989) ได้มีการทดลองเกี่ยวกับอายุการเก็บรักษาของน้ำมันพืชชนิดต่างๆที่มีจำหน่ายทางการค้าและเปรียบเทียบกับน้ำมันงา เพื่อศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิ เดชั่นของน้ำมันงา แสดงดังในภาพที่ 2.5 เป็นการเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยา autooxidation ที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาน้ำมันพืชชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง (Soybean oil) น้ำมันเรป (Rapeseed oil) น้ำมันข้าวโพด (Corn oil) น้ำมันดอกคำฝอย (Safflower oil) กับน้ำมันงาดิบและคั่ว เก็บไว้ที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส โดยพบว่าจะมีการเกิดการออกซิไดซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นหลังวันที่ 5 จนถึง วันที่ 20 ที่ทำการทดลอง แต่ในน้ำมันงาดิบ พบว่า เกิดการออกซิไดซ์เกิดขึ้นภายหลังจากที่เก็บไว้ถึงวันที่ 35 และ ในน้ำมันงาคั่ว พบว่าจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นเลย จนถึงวันที่ 50 ของการทดลอง จากการทดลองนี้จึงเป็นข้อสนับสนุนว่า น้ำมันงามีความคงตัวดี ไม่เหม็นหืนง่าย จึงทำให้มีอายุการเก็บที่ยาวนานกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ



ภาพที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ของน้ำมันงาและน้ำมันพืชชนิดต่างๆ
ที่มา : Namiki และ Kobayashi ,1989

ยังมีการศึกษา Fukada และคณะ (1993) พบว่า สารเซซามอล(sesamol) ในน้ำมันงา จะเกิดขึ้นมาจากสารเซซาโมลิน(sesamolin) ซึ่งสารนี้เกิดขึ้นได้ในระหว่างกรรมวิธีการทอดอาหารด้วยน้ำมันงา และช่วยสนับสนุนให้เกิดเสถียรภาพ ทำให้อาหารทอดมีความคงตัว ในน้ำมันงาคั่วมีความคงตัวเกิดขึ้นจากปัจจัยในระหว่างการคั่วเมล็ดงา เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลให้น้ำมันงามีความคงตัวมากขึ้น(Mohammed และ Awatif , 1998) อีกสาเหตุนอกไปจากนี้ Fukada และคณะ (1993) ได้กล่าวสนับสนุนว่า การที่น้ำมันงามีความคงตัวและไม่หืนง่าย เนื่องจากในเมล็ดงามีสารแกมม่า – โทโคฟีรอล(Gamma – tocopherol)อยู่เป็นองค์ประกอบรอง ซึ่งช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารเซซามอล(sesamol)ที่มีอยู่ ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการเกิดสารผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด(Maillard reaction)โดยขณะทำการคั่วงาด้วยความร้อน

Fukada และคณะ (1993) ได้ศึกษาความคงตัวของน้ำมันงาดิบ(ไม่คั่ว)เปรียบเทียบกับน้ำมันข้าวโพด โดยทอดขนมปังหั่นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า พบว่า ปริมาณสารที่มีฤทธิ์ทำให้น้ำมันมีความคงตัวที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืออยู่ในน้ำมัน หลังจากผ่านการทอดเป็นเวลาต่างๆกัน จะมีปริมาณแตกต่างกันไป แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสารต้านอนุมูลอิสระที่แยกจากน้ำมันทอดขนมปังหั่นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าในน้ำมันงาคั่ว น้ำมันงาดิบ(ไม่คั่ว) และน้ำมันข้าวโพดเมื่อทำการเก็บไว้ในระยะเวลาต่างๆกัน

จำนวนวันที่เก็บรักษา	น้ำมันงา				น้ำมันข้าวโพด โทโคฟีรอล
น้ำมันหลังใช้ทอดแล้วเก็บที่เวลา (วัน)	น้ำมันงาคั่ว		น้ำมันงาไม่คั่ว		
	เซซามอล	โทโคฟีรอล	เซซามินอล	โทโคฟีรอล	
0	41.8	31.9	107	23.2	37.1
14	30.8	32.0	107.3	22.9	37.1
22	23.6	31.5	95.2	21.5	21.5
31	27.7	30.7	70.9	15.5	0
38	26.4	30.2	41.8	8.5	0
น้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด	10.0	32.05	107.5	23.0	37.1

ที่มา : Fukada และ คณะ ,1993

จากตารางที่ 2.7 พบว่า น้ำมันทั้ง 3 ชนิด เมื่อใช้ทอดอาหารแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 38 วัน น้ำมันงาดิบจะมีสารเซซามินและสารโทโคฟีรอลเหลืออยู่ประมาณ 30% ของปริมาณสารเริ่มต้น ในขณะที่น้ำมันงาคั่วมีสารเซซามอลมากถึง 4 เท่า ของปริมาณเริ่มต้นในวันแรก และยังคงมีเหลืออยู่สูงถึง 2 เท่าในวันที่ 38 ส่วนน้ำมันข้าวโพดพบว่าในช่วง 14 วันยังคงที่อยู่และในวันที่ 22 จะเหลือเพียง 21.5 มีปริมาณโทโคฟีรอลลดลงค่อนข้างมากและหมดไปในวันที่ 31 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้จากการทดลองพบว่า ขนมปังที่ทอดด้วยน้ำมันข้าวโพดจะมีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น เนื่องจากสารโทโคฟีรอลที่มีอยู่ในน้ำมันข้าวโพดมีการสลายตัวได้เร็ว ทำให้เกิดการเหม็นหืนง่าย ขณะที่น้ำมันงาจะมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าและเกิดการเหม็นหืนช้ากว่า เพราะมีสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ เช่น เซซามอล และเซซามินอล ดังนั้นสรุปได้ว่าน้ำมันงาเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทอดขนมปังมากกว่าน้ำมันข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องปั่นน้ำ
2. เครื่องแก้ว
3. เครื่องครัว
4. กระดาษกรอง Wathman No. 1
5. เครื่อง tray dryer ยี่ห้อ Patch รุ่น ov 663
6. เครื่องเขย่า ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น 733480
7. Spectrophotometer ยี่ห้อ Labomod, Inc. รุ่น SPECTRO 22
8. ตู้อบ (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Model รุ่นBMS-3
9. เครื่องปั่นแห้ง ยี่ห้อ Phillips
10. เครื่อง vacuum pack
11. เตาหลุม ยี่ห้อ Electrothermal รุ่น cucina HR1799/6
12. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น PD 3000
13. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น AJ 100

3.2 วัตถุดิบ

1. งาดำ งาขาว พันธุ์เมืองเลย
2. น้ำมันงายี่ห้อ มังกรจีนคู่
3. เนื้ออกไก่

3.3 สารเคมี

1. เอทานอล 95%
2. สาร DPPH (1,1-diphenyl-2piarylhydarzyl)
3. เอทานอล 40%
4. สาร TBA (2-thiobarbituric acid)
5. HCL (Hydrochloric acid) 4 M
6. Glacial acetic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. ศึกษาผลของการใช้ความร้อนและการบดเมล็ดงาต่อความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

1.1 ศึกษาผลของการใช้ความร้อนและการบดต่อความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในเมล็ดงาดำและงาขาว โดยแบ่งงาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก เป็นงาขาวบดและงาดำบด เตรียมได้โดยนำเมล็ดงาขาวและงาดำ ตัวอย่างละ 200 กรัม มาบดในเครื่องปั่นแห้ง ส่วนที่สอง เป็นงาขาวคั่วบด และงาดำคั่วบด เตรียมตัวอย่างได้โดยนำเมล็ดงาขาว และงาดำตัวอย่างละ 200 กรัม มาบดในเครื่องปั่นแห้ง จากนั้นนำไปคั่วในกะทะ เป็นเวลาประมาณ 3 นาที นำตัวอย่างงาทั้ง 4 ชนิด คือ งาขาวบด งาดำบด งาขาวคั่วบด และงาดำคั่วบด ไปสกัดสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในข้อ 1.2 ต่อไป

1.2 วิธีการสกัดสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากงา (Lee-Wen Chang และคณะ , 2002)

1.2.1 นำตัวอย่างงาทั้ง 4 ชนิดที่ได้จากข้อ 1.1 คืองาขาวบด งาดำบด งาขาวคั่วบด และงาดำคั่วบด ตัวอย่างละ 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่

1.2.2 เติม เอทานอล 100 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ที่ใส่งาบดไว้แล้ว เขย่าให้เข้ากัน ใช้อะลูมิเนียมฟลอยด์ปิดปากขวดและพันรอบขวดเพื่อป้องกันแสงสว่าง

1.2.3 นำขวดรูปชมพู่ที่ได้ไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Shacker ที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และกรองสารสกัดออกมาโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1

1.2.4 เก็บสารสกัดที่ได้ไว้ในขวดสีชาปิดสนิท แล้วนำไปไว้ที่มืด โดยการห่อภาชนะบรรจุด้วยอะลูมิเนียมฟลอยด์ และปิดปากภาชนะบรรจุด้วยพาราฟิล์มเพื่อป้องกันอากาศและนำไปแช่ไว้ในตู้เย็น(อุณหภูมิ 5 – 10 องศาเซลเซียส) จนกว่าจะไปวิเคราะห์

1.2.5 ทำการทดลองเช่นนี้ในน้ำมันงา

1.3 การศึกษาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารสกัดจากงา

วิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกเดชั่นของสารสกัดจากงาโดยวิธี2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl hydrate(DPPH assay) (Murakamiและคณะ,2004) โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้ คือ

1.3.1 ปิเปตสารสกัดตัวอย่างที่เตรียมไว้ในข้อ 1.2 ปริมาตร 0.01 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง (สำหรับหลอดควบคุม ให้ปิเปต เอทานอล 95% แทนสารสกัดตัวอย่าง)

1.3.2 เติมเอทานอล 40 % ให้มีปริมาตรรวมเป็น 5.4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ปิเปตสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร (การเตรียมสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ทำได้โดย ชั่งสาร DPPH 0.007 กรัม เติมเอทานอล 95 % 20 มิลลิลิตร แล้วคนให้สารละลายจนเป็นสีใส)

1.3.4 ผสมสารละลาย DPPH กับ สารละลายที่เตรียมไว้ เขย่าเข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีเมื่อครบกำหนด นำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วนำมาคำนวณความสามารถใน การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ของสารสกัดตัวอย่างจากสมการ

$$\% \text{ DPPH} = (1 - A_{sample} / A_{control}) * 100$$

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

เมื่อคำนวณความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น(%DPPH)ของสารสกัดจากงาแต่ละชนิดแล้ว นำมาเปรียบเทียบว่าสารสกัดจากงาชนิดใดบ้างที่มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ดี(ค่าเปอร์เซนต์การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นค่อนข้างสูง) แล้วนำงาชนิดนั้นๆไปทดลองในข้อ 2 ต่อไป

2. ศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์

ใช้งาที่มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ดี(ที่ได้จากข้อ 1.3.4) มาชนิดละ 5% ของน้ำหนักไก่สดนำมาเติมลงในเนื้อไก่ จากนั้นนำเนื้อไก่ไปหมักในส่วนผสมของน้ำหมัก(แสดงในข้อ 2.1) นำเนื้อไก่ที่หมักเสร็จแล้วมาอบแห้ง (สำหรับตัวอย่างควบคุมจะไม่มีการเติมงาลงไป)

2.1 ส่วนผสมของน้ำหมักของไก่อบแห้ง

ประกอบด้วย	อกไก่	1000 กรัม
	ซีอิ๊วขาว	300 กรัม
	น้ำตาลทราย	50 กรัม
	น้ำ	200 กรัม

วิธีการทำ

เตรียมตัวอย่างไก่ ที่ได้มาหมักกับ ซีอิ๊วขาว น้ำตาลทราย และน้ำ นวดให้เข้าเนื้อประมาณครึ่งชั่วโมง นำไก่ที่หมักเสร็จแล้วมาอบแห้งด้วยเครื่อง tray dryer ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 2 ชั่วโมง นำมาทำการทดสอบดังนี้

2.1.1 แบ่งไก่อบแห้งในแต่ละตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน คือ ไก่อบแห้งแบบดิบและไก่อบแห้งทอดสุก โดยไก่อบแห้งแบบดิบนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) ปิดสนิท เก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาวิเคราะห์ TBARS (ในข้อ 2.2) ทุกวันที่ 0 5 10 15 และ 20 วัน ตามลำดับ

2.1.2 นำไก่อบแห้งที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งมาทอดให้สุกโดยใช้น้ำมันปาล์ม ทอดแบบน้ำมันท่วม เป็นเวลา 3 นาที โดยไก่อบแห้งสุกที่ได้นี้ ส่วนหนึ่งนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสในข้อ 2.3 ไก่อบแห้งสุกอีกส่วน นำมาบรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) ปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ TBARS (ในข้อ 2.2) ที่เวลา 0 5 10 15 และ 20 วัน ตามลำดับ

2.2 การหาค่า TBARS [วุฒิชัย และ ยุพร[1],(ม.ป.ท.)]

วิธีการทดลอง

2.2.1 ชั่งอาหาร 10 กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที

2.2.2 เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดกลั่น

2.2.3 เติมกรดHydrochloric acid (HCL) 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้ pH ประมาณ 1.5 เติม glass beads

2.2.4 นำตัวอย่างไปกลั่น โดยกลั่นได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายในเวลา 10 นาที หลังจากตัวอย่างเริ่มเดือด

2.2.5 ดูดของเหลวที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วสะอาดที่มีฝาปิด

2.2.6 เติมสารละลายthiobarbituric acid (TBA) 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที

2.2.7 เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทน

2.2.8 เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาที โดย ice-bath

2.2.9 นำสารละลายไปวัดค่า Absorbance ที่ 538 nm แล้วนำมาคำนวณหาค่า TBARS จากสมการดังนี้

ค่า TBARS value = 7.8 A หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม (A= ค่า Absorbance)

2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไก่อบแห้ง

โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

2.3.1 นำไก่อบแห้งจากข้อ 2.1.2 นำมาทำการทอดจนสุกแบบน้ำมันท่วมประมาณ 5 นาที วางบนตะแกรงเพื่อทำการสะเด็ดน้ำมัน จากนั้นนำมาวางบนถาดแสตนเลสที่มีแผ่นกระดาษซับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันวางไว้อยู่ก่อนแล้ว แยกไก่อบแห้งแต่ละชนิดไว้ชนิดละถาด และในการทอดแต่ละตัวอย่างนั้น ต้องทำการเปลี่ยนน้ำมันที่ใช้ทอดทุกครั้ง เพื่อป้องกันกลิ่นและรสชาติ ของตัวอย่างไก่อบแห้ง เกิดการเหม็นหืน

2.3.2 ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีทดสอบแบบ 7-Points Hedonic Scale เพื่อทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

2.3.3 นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบ จากผู้ทดสอบ 30 คน ไปวิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตไก่อบแห้ง

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตไก่อบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาผลของการให้ความร้อนและการบดเมล็ดงาต่อความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

โดยใช้ งาขาวบด งาดำบด งาขาวคั่วบด และงาดำคั่วบด มาทำการสกัดสารจากงา ทั้ง 4 ชนิดและทำการเปรียบเทียบกับน้ำมันงายี่ห้อ มังกรจีนคู่ แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารสกัดจากงาและน้ำมันงา

ชนิดของงา	ค่า DPPH (%)
งาขาวบด	3.940 ± 0.891
งาดำบด	13.875 ± 0.445
งาขาวคั่วบด	9.32 ± 0.269
งาดำคั่วบด	14.830 ± 0.078
น้ำมันงา	16.896 ± 0.989

จากตารางที่ 4.1 พบว่า สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารสกัดจากงาดำบด มีค่าสูงถึง 13.875 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากงาขาวบดแล้วพบว่า สารสกัดจากงาขาวบดมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้น้อยกว่า คือมีค่าเพียง 3.94 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นจึงเลือกงาดำบดมาทดสอบในขั้นตอนต่อไป เมื่อนำงาขาวและงาดำมาให้ความร้อนโดยการคั่ว พบว่าสารสกัดจากงาดำคั่วบดมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น สูงถึง 14.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตรงข้ามกับสารสกัดจากงาขาวคั่วบด ที่ให้ค่าเพียง 9.32 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าสารสกัดจากงาดำคั่วบดมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นดีกว่าสารสกัดจากงาขาวคั่วบด ด้วยเหตุนี้จึงเลือกงาดำคั่วบดมาทดสอบในขั้นตอนต่อไป เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารสกัดจากงาดำบดและสารสกัดจากงาดำคั่วบด จะสังเกตุเห็นว่า สารสกัดจากงาดำคั่วบดมีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ดีกว่า เพราะในระหว่างการคั่วงาด้วยความร้อนจะเกิดสารเซซามอลขึ้นในน้ำมันงา ซึ่งสารเซซามอลนี้เป็นสารผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Millard reaction) ของสารเซซาโมลิน และสารเซซามอลที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้จะมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ดี ส่งผลให้งาดำคั่วบดมีความคงตัวมากขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลให้อาหารทอดมีความคงตัวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และไม่เหม็นหืนง่าย (Fukadaและคณะ,1993) ส่วนน้ำมันงานั้นมีค่าสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น สูงที่สุดคือ 16.896 เปอร์เซ็นต์ Fukada และคณะ (1993) กล่าวว่าน้ำมันงามีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะน้ำมันงาส่วนใหญ่มีส่วนประกอบเป็นไตรกลีเซอไรด์ ที่มาจากส่วนที่มีโครงสร้างพันธะเดี่ยวของกรดไขมันโอเลอิก(Oleic acid) ประมาณร้อยละ 40 - 59 พันธะคู่ของกรดไขมันไลโนเลอิก(Linoleic acid) ประมาณร้อยละ 45-57 และยังพบไขมันอิ่มตัวอยู่ร้อยละ 10 การที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาก เกิดผลดีกับน้ำมันงาเนื่องจากมีพันธะสาม ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวที่ถูกกำจัดออกไป จึงส่งผลดีต่อสภาพการเก็บรักษาน้ำมันงาและมีความคงตัวดี (Mohammed และAwatif,1998)

4.2 ศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์

โดยนำงาดำบด งาดำคั่วบด และน้ำมันงา มาใส่ในส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งเปรียบเทียบกับไก่อบแห้งที่ไม่เติมงาและน้ำมันงา(ตัวอย่างควบคุม)ในส่วนผสมของน้ำหมัก

4.2.1 ผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง (ดิบ) ที่บรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่ามีค่า TBARS ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่า TBARS ของไก่อบแห้ง (ดิบ) เก็บที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)	ค่า TBARS (mg ของ malonaldehyde / ตัวอย่าง 1 กก.)			
	ไก่อบแห้ง (ตัวอย่างควบคุม)	ไก่อบแห้ง + งาดำบด	ไก่อบแห้ง + งาดำคั่วบด	ไก่อบแห้ง + น้ำมันงา
0	0.613 ± 0.016	0.199 ± 0.016	0.168 ± 0.011	0.308 ± 0.016
5	0.987 ± 0.016	0.437 ± 0.011	0.304 ± 0.000	0.585 ± 0.011
10	1.509 ± 0.006	0.569 ± 0.010	0.456 ± 0.006	0.671 ± 0.011
15	1.623 ± 0.011	0.714 ± 0.016	0.577 ± 0.011	0.870 ± 0.006
20	1.884 ± 0.016	0.956 ± 0.016	0.862 ± 0.017	1.291 ± 0.017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่า TBARS ของไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม)เมื่อเก็บรักษานานขึ้นมีอัตราการเพิ่มของค่า TBARS มากขึ้น คือ ในวันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 0.613 สังเกตุเห็นได้ว่าค่า TBARS ในวันที่ 0 ของไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม)มีค่ามากกว่าไก่อบแห้ง(ดิบ)ชนิดอื่นๆ ดังนั้นเมื่อเก็บรักษาวันที่5 10 15และ20 ค่าTBARSจะเพิ่มขึ้นมาก ถึงแม้จะเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำก็ตาม และเมื่อเก็บถึงวันที่ 20ค่า TBARS จะสูงถึง 1.884 แสดงว่าโอกาสเกิดการเสื่อมเสียจะมีมากที่สุด เช่นเดียวกับไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา พบว่าการเพิ่มขึ้นของค่าTBARS ค่อนข้างที่จะสูง กล่าวคือในช่วงของวันที่ 0 ถึงวันที่15 จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆและเมื่อมาถึงช่วงของวันที่15 ถึงวันที่20 ค่า TBARSจะเพิ่มขึ้นรวดเร็วถึง 1.291 แสดงว่าน้ำมันงามีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ต่ำเมื่อนำมาใส่ในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง ซึ่งผลที่ได้นี้คัดค้านกับค่าการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารสกัดจากน้ำมันงา(ในตารางที่ 4.1) ที่เป็นเช่นนี้เพราะในขณะที่เราทำการนวดเนื้อไก่กับน้ำหมักที่ใส่น้ำมันงาเป็นส่วนผสม น้ำมันงาจะมีการซึมผ่านเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์แต่ก็มีบางส่วนที่เคลือบอยู่ที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ น้ำมันงาส่วนที่ผิวหน้าของชิ้นเนื้อนี้จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับออกซิเจนในอากาศ โดยปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นที่พันธะคู่หรือที่จุดUnsaturation ทำให้เกิดสารประกอบเปอร์ออกไซด์ขึ้น จากนั้นสารประกอบเปอร์ออกไซด์จะสลายตัวทำให้เกิดสารประกอบที่ให้กลิ่นหืนได้ (วุฒิชัยและยุพร[2],ม.ป.ท.) นอกจากนี้ไขมันในตัวไก่อบแห้งเองก็มีส่วนทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ ดังนั้นไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงาจึงมีอัตราการเพิ่มของค่า TBARS ค่อนข้างสูง สำหรับไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด การเพิ่มขึ้นของค่า TBARSค่อนข้างรวดเร็วแต่จะน้อยกว่าไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม)และไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา คือในวันที่0 ค่าTBARSเท่ากับ 0.199 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วันค่า TBARS จะเพิ่มเป็น 0.956 ส่วนไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดนั้น พบว่าอัตราการเพิ่มของค่า TBARS เพิ่มขึ้นช้าที่สุด คือในวันที่ 0 ค่าTBARSเท่ากับ 0.168 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วันค่า TBARS จะมีค่าเพียง 0.862 แสดงว่าไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด จากตารางที่ 4.2 จึงกล่าวได้ว่า ผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง(ดิบ)ทั้ง 4 ชนิดนี้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ(5-7องศาเซลเซียส)จะไม่มีการเสื่อมเสีย และเมื่อเปรียบเทียบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง(ดิบ)ทั้ง 4 ชนิดนี้ พบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหรือมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด เพราะในงาดำคั่วบดเกิดสารเซซามอลขึ้นสารนี้มีประสิทธิภาพเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ดี ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวทำให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น (Fukadaและคณะ,1993) รองลงมาคือ ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงาและไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ สำหรับค่า TBARSที่ได้จากไก่อบแห้ง(ดิบ) ทั้ง 4 ชนิดนี้ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บรักษาครบ 20 วันพบว่า ไขมันมีการเสื่อมเสียคุณภาพเล็กน้อยโดยที่ประสาทสัมผัสไม่สามารถรับรู้ได้ ผลดีของผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง(ดิบ)ที่ไม่ได้ผ่านการทอดคือจะทำให้สารแกมม่า-โทโคฟีรอล (Gamma-tocopherol)ซึ่งเป็นสารที่ช่วยเสริมฤทธิ์การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งเป็นวิตามินที่พบอยู่ในงา (คมสันและกำพล,2546)ไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ทำให้โทสารแกมม่า-โคฟีรอลไม่ถูกทำลายด้วย (กิตติพงษ์,2536)

4.2.2 ผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง (สุก) ที่บรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 วัน พบว่ามีค่า TBARS ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่า TBARS ของไก่อบแห้ง (สุก) เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 วัน

ระยะเวลาที่เก็บ(วัน)	ค่า TBARS (mg ของ malonaldehyde/ตัวอย่าง 1 กก.)			
	ไก่อบแห้ง (ตัวอย่างควบคุม)	ไก่อบแห้ง + งาดำบด	ไก่อบแห้ง + งาดำคั่วบด	ไก่อบแห้ง + น้ำมันงา
0	0.320 ± 0.011	0.176 ± 0.016	0.208 ± 0.014	0.261 ± 0.017
5	0.682 ± 0.022	0.398 ± 0.211	0.278 ± 0.016	0.562 ± 0.010
10	0.987 ± 0.006	0.515 ± 0.011	0.386 ± 0.006	0.624 ± 0.011
15	1.213 ± 0.006	เกิดการเน่าเสีย	เกิดการเน่าเสีย	0.819 ± 0.011
20	1.297 ± 0.041	เกิดการเน่าเสีย	เกิดการเน่าเสีย	1.092 ± 0.023

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าTBARS ของไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม)เมื่อเก็บรักษานานขึ้นอัตราการเพิ่มของค่า TBARS จะมากขึ้นในช่วง15วันแรก กล่าวคือวันที่ 0 ค่า TBARS เท่ากับ 0.320 เมื่อเก็บรักษาถึงวันที่15 ค่า TBARS เพิ่มสูงถึง 1.213 และพอหลังจากวันที่ 15 จนถึงวันที่ 20 ค่า TBARSจะมีอัตราการเพิ่มที่ช้าลง เห็นได้ว่าไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ทั้งแบบดิบและแบบสุกนั้นมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ต่ำที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เพราะไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม)ทั้ง 2 แบบคือ แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิบ และแบบสุกไม่ได้มีงาดำเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง ซึ่งในงาดำนั้นมีส่วนประกอบที่ไม่ใช่สารอาหารอยู่ด้วย โดยสารสำคัญที่พบทำให้งามีความต้านทานต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ได้มีนักวิทยาศาตร์ทำการศึกษาในเรื่องของงา โดยมีการค้นพบและเปิดเผยออกมาว่า ในงามีส่วนของสารลิกแนนฟีนอล(lignan phenols)หลักที่สำคัญ 2 ชนิด คือ สารเซซามิน(sesamin)และสารเซซาโมลิน(sesamolin) นอกจากนี้ยังพบสารเซซาโมลินอล(sesamolinol) สารเซซามินอล(sesaminol) และสารเซซามอล(sesamol) ถือว่าเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นชนิดใหม่(novel antioxidations) (Fukadaและคณะ,1993) สำหรับไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าTBARS ค่อนข้างสูง กล่าวคือ ในวันที่ 0 ค่าTBARSเท่ากับ 0.261 และเมื่อเก็บรักษาครบวันที่ 20 ค่า TBARS เท่ากับ 1.092 ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า TBARSนี้จะเพิ่มในสัดส่วนที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ส่วนไก่อบแห้งที่ใช้งาดำบดนั้นจะมีอัตราการเพิ่มของค่า TBARS น้อยกว่าไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม)และไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา คือในวันที่ 0 5 และ10 มีค่าTBARS เท่ากับ 0.176 0.398 และ 0.515 ตามลำดับ แต่เมื่อถึงวันที่ 15 ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด เกิดการเน่าเสียขึ้นจนไม่สามารถทดสอบ TBARS ได้อีก เพราะมีกลิ่นเปรี้ยวที่แรงมาก จะสังเกตุได้ว่าในวันที่ 10 ค่า TBARS มีค่าเพียง 0.515 ซึ่งค่านี้ถือว่าจะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเน่าเสียได้ แสดงว่าการเน่าเสียนี้เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์นี้จะมีได้ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ และเมื่อนำไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเชื้อจุลินทรีย์ก็จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ซึ่งจำนวนเซลล์ของแบคทีเรียที่ทำให้เนื้อไก่เริ่มมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว คือ 2.5×10^{6} เซลล์/กรัมของอาหาร นอกจากนี้ยังเห็นเป็นเมือกสีขาวซึ่งจำนวนเซลล์ของแบคทีเรียที่ทำให้เห็นเป็นเมือกสีขาวบนเนื้อไก่ คือ $10\times16^{6} - 60\times10^{6}$ จำนวนเซลล์/พ.ท.หน้าตัด 1 ตร.ซม.(Frazier,1958) ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบดเมื่อนำมาเก็บรักษาในถุงพลาสติกในสภาพไร้อากาศ ที่อุณหภูมิห้อง จุลินทรีย์ที่จะสามารถเจริญเติบโต และทำให้เกิดการเสื่อมเสียต่อไปได้นั้นจะเป็นพวกที่ไม่ต้องการอากาศ คือ พวก facultative และ anaerobic bacteria ซึ่งการเสื่อมเสียในลักษณะนี้มักจะรู้จักในชื่อของ souring และ putrefaction กล่าวคือ souring เป็นการเสื่อมเสียที่มีกลิ่นเปรี้ยวที่เกิดจากกรดอินทรีย์ต่างๆในเนื้อไก่เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น กรดฟอร์มิก อะเซติก บิวทิริก โปรพิโอนิก แลกติก ซัคซินิก รวมถึงกรดไขมันชนิดต่างๆ บางครั้งเรียกการเน่าเสียแบบนี้ว่า “Stinking sour fermentation” สำหรับ putrefaction เป็นการเสื่อมเสียที่มีกลิ่นเน่าเหม็น (อดิศร,2538) ในส่วนของไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบด พบว่า อัตราการเพิ่มของค่า TBARS ช้าที่สุด คือในวันที่ 0 ค่าTBARS เท่ากับ 0.208 พอถึงวันที่ 10 ค่า TBARS เพิ่มขึ้นเป็น 0.386 ซึ่งถือได้ว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าTBARSน้อยมาก และเมื่อถึงวันที่ 15 ได้เกิดการเน่าเสียเช่นเดียวกับไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด จากตารางที่ 4.3 จึงกล่าวได้ว่าไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อบแห้ง (สุก) ทั้งที่ใส่งาดำบดและงาดำคั่วบด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ และเมื่อเปรียบเทียบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง (สุก) ทั้ง 4 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหรือมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด รองลงมาคือไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา และไก่อบแห้ง (ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับไก่อบแห้ง (ดิบ) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบค่าTBARSโดยรวมระหว่างไก่อบแห้ง แบบดิบและแบบสุก พบว่าไก่อบแห้ง(สุก)นั้นมีความคงตัวดีกว่าเพราะสารเซซามอล(sesamol)ในน้ำมันงาจะเกิดขึ้นมาจากสารเซซาโมลิน(sesamolin) ซึ่งสารนี้เกิดขึ้นได้ในระหว่างกรรมวิธีการทอด จะช่วยสนับสนุนให้เกิดเสถียรภาพทำให้ผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งแบบสุกนั้นมีความคงตัวดี (Fukada และคณะ ,1993)

4.2.3 ทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง

โดยนำไก่อบแห้งทั้ง 4 ชนิด คือ ไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบด และไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา ที่หมักเสร็จในวันแรกมาทอดให้สุก เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้ง(สุก)ที่ประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7- Points Hedonic Scale

คะแนนความชอบ	ไก่อบแห้ง (ตัวอย่างควบคุม)	ไก่อบแห้ง + งาดำบด	ไก่อบแห้ง + งาดำคั่วบด	ไก่อบแห้ง + น้ำมันงา
สี	5.87 ± 0.97^{a}	4.10 ± 1.70^{b}	3.40 ± 1.83^{c}	5.93 ± 1.04^{a}
กลิ่น	4.93 ± 1.25^{a}	4.83 ± 1.14^{a}	5.13 ± 1.13^{a}	5.06 ± 1.48^{a}
รสชาติ	5.56 ± 0.72^{a}	5.26 ± 1.33^{ab}	4.93 ± 1.38^{b}	5.73 ± 1.28^{a}
เนื้อสัมผัส	5.20 ± 1.37^{a}	5.20 ± 1.44^{ab}	4.76 ± 1.45^{b}	5.56 ± 1.22^{a}
ความชอบโดยรวม	5.53 ± 1.07^{ab}	5.40 ± 1.16^{b}	5.10 ± 1.24^{b}	6.03 ± 1.12^{a}

หมายเหตุ 7-Points Scale หมายถึง ความชอบจากต่ำสุด (1) ถึงสูงสุด (7)

ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ $P<0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ในด้านสี ผู้บริโภคยอมรับไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงามากที่สุด เพราะผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองน่ารับประทาน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.93 รองลงมา คือ ไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 ส่วนไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบดและไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดนั้น ผู้บริโภคไม่ค่อยยอมรับ คือ มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 4.10 และ 3.40 ตามลำดับโดยเฉพาะงาดำคั่วบดนั้น น้ำมันของงาดำเมื่อผ่านการคั่วจะทำให้น้ำมันของงาดำมีสีน้ำตาลแดง(คมสัน และกำพล,2546) ซึ่งจะส่งผลให้ไก่อบแห้งมีสีน้ำตาลแดงด้วย ผู้บริโภคจึงยอมรับน้อยที่สุด ในทางด้านกลิ่น ผู้บริโภคยอมรับไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.13 เพราะน้ำมันจากงาดำเมื่อผ่านการคั่วหรือให้ความร้อนจะมีกลิ่นหอมที่แรงกว่าน้ำมันจากงาดำที่ไม่ได้คั่ว (คมสัน และกำพล ,2546) อันดับรองลงมาที่ผู้บริโภคยอมรับคือ กลิ่นของไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.06 เนื่องจากน้ำมันงามีคุณสมบัติพิเศษเรื่องกลิ่น คือ จะมีสารประกอบที่ให้กลิ่นจำนวนมาก สารที่สำคัญได้แก่ 2-furylmethanthiol ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าเป็นสารที่ให้กลิ่นในผลิตภัณฑ์อื่นด้วย ส่วนกลิ่นของไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม)และกลิ่นของไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบดนั้น ผู้บริโภคค่อนข้างที่จะยอมรับน้อย คือมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 4.93 และ 4.83 ตามลำดับ ในกลิ่นของงาดำบดนั้นจะพบ guajacol (2-methoxyphenol) , phenylethanthiol และ furaneol (4-hrdroxy-2,5-dimethyl-3 furanol) นอกจากนี้ยังพบ Vinylguacol , 2-pentylpyridine และ สารอื่นๆ เช่น N-containing heterocycles ก็มีรายงานว่าพบ (www.gernot kater's/spice page/sesame.htm) ในด้านรสชาติ ผู้บริโภคยอมรับไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงามากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.73 รองลงมาคือ ไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบดและไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบด ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.56 5.26 และ 4.93 ตามลำดับ ส่วนทางด้านเนื้อสัมผัส ผู้บริโภคยอมรับไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงามากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.56 เพราะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มไม่แห้งแข็งกระด้าง เนื่องจากน้ำมันงาจะส่งผลต่อคุณภาพด้านความนุ่มของเนื้อ(tenderness) กล่าวคือ น้ำมันงาจะแทรกเข้าไปในชิ้นเนื้อทำให้เนื้อนุ่มขึ้นโดยทำให้เส้นใยโปรตีนจับตัวกันน้อยลง และน้ำมันงายังส่งผลต่อความชุ่มน้ำของเนื้อ(juiciness) กล่าวคือ น้ำมันงาจะแทรกเข้าไปในชิ้นเนื้อทำให้เกิดความรู้สึกในปากด้านความชุ่มน้ำดีขึ้น เพราะจะทำให้เกิดการไหลเวียนของน้ำลายในปากเพิ่มขึ้น และลดการเคี้ยวลง นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียน้ำขณะทอดด้วย (เยาวลักษณ์,2536) รองลงมาคือ เนื้อสัมผัสของไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบดและไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือประมาณ 5.20 ส่วนเนื้อสัมผัสของไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดนั้นผู้บริโภคยอมรับน้อย มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 4.76 เพราะงาดำคั่วที่เป็นส่วนผสมของน้ำหมักจะเคลือบตัวอยู่บนผิวหน้าของชิ้นเนื้อ ทำให้มีเนื้อสัมผัสที่หยาบและค่อนข้างเหนียว เมื่อพิจารณาความชอบโดยรวมแล้ว พบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงาได้รับการยอมรับจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้บริโภคมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยสูงถึง 6.03 เพราะมีสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคต้องการ จะเห็นได้จากการที่ชาวญี่ปุ่นนิยมนำน้ำมันงาไปปรุงอาหาร และถือว่าเป็นน้ำมันที่ดีที่สุด (ศัลยา,2546) รองลงมาคือ ไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด และไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบด ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.53 5.40 และ 5.10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากการนำงาชนิดต่างๆ คือ งาขาวบด งาดำบด งาขาวคั่วบด งาดำคั่วบด และน้ำมันงา มาศึกษาผลของการใช้ความร้อน และการบดเมล็ดงาต่อความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น พบว่า ความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของงาดำบด งาดำคั่วบดและน้ำมันงามีค่าสูง โดยเฉพาะน้ำมันงามีความคงตัวของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสูงที่สุด

2. จากการนำงาดำบด งาดำคั่วบดและน้ำมันงา มาศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งแบบดิบที่เก็บบรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหรือมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด รองลงมาคือ ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงาและไก่อบแห้ง (ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ

3. จากการนำงาดำบด งาดำคั่วบดและน้ำมันงา มาศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งแบบสุกที่เก็บบรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบดมีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหรือมีความคงตัวของผลิตภัณฑ์ดีที่สุด รองลงมา คือ ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงา และไก่อบแห้ง (ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ

4. จากการประเมินผลด้านประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไก่อบแห้งที่ใส่น้ำมันงามีคะแนนความชอบ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงสุด รองลงมา คือ ไก่อบแห้ง(ตัวอย่างควบคุม) ไก่อบแห้งที่ใส่งาดำบด และไก่อบแห้งที่ใส่งาดำคั่วบด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1.ในขั้นตอนการเตรียมไก่อบแห้ง จะต้องคำนึงถึงเรื่องความสะอาดให้มาก เพราะผลิตภัณฑ์อาจจะเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้

2.ในการศึกษาการใช้น้ำมันงาและงาในผลิตภัณฑ์ไก่อบแห้งต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้มากกว่า 20 วัน เพื่อที่จะดูแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า TBARS ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. ควรทดลองใช้งาพันธุ์อื่นและน้ำมันงายี่ห้ออื่นด้วยเพราะอาจจะมีคุณสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ดีกว่า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กังสดาล พลมั่น และ ศิวพร วรรณะเอี่ยมพิกุล. 2546. **ผลการใช้กล้วยเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในกุนเชียง.** ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. หน้า 7-9

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. **กระบวนการแปรรูปอาหาร.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 797 หน้า.

กองบรรณาธิการ. 2546. ไก่คลุกงา. **Chicken Menu .** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ครัวบ้านและสวน. หน้า 22.

กองบรรณาธิการ. 2457. งาดำธัญพืชสารพัดประโยชน์. **เกษตรแปรรูป** 2(21): 14-16.

คมสัน หุตะแพทย์ และ กำพล กาหลง. 2546. มากคุณค่าน้ำมันงา. **มากคุณค่าน้ำมันงา** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แอคมีพรินต์ติ้ง . หน้า 8-29.

คมสัน หุตะแพทย์. 2546. "การสกัดน้ำมันจากพืชด้วยวิธีธรรมชาติ." **เกษตรกรรมกรรมธรรมชาติ** 5: 21-28.

พรหมลดา ตันอำนวย. 2547. **งาและสารต้านอนุมูลอิสระจากงา.** สัมมนาระดับปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 30 หน้า.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. อาหารกึ่งแห้ง. เทคโนโลยีการพัฒนาอาหารกึ่งแห้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 203 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. วิธีการตรวจสอบการเกิดลิพิดออกซิเดชั่น. **เคมีอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ . สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ . หน้า 109-119.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ, วิเชียร วรพุทธพร, อุสาห์ เจริญวัฒนา และสุทธิพงศ์ อุริยะพงศ์สรรค์. 2529. การใช้ประโยชน์จากงา. **แก่นเกษตร.** 16 (4): 329-333.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพฯ.โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต. 135 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วุฒิชัย นาครักษา และ ยุพร พืชกมุทร[1]. [ม.ป.ท.]. **เอกสารประกอบการปฏิบัติเคมีอาหาร** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 49 หน้า.

วุฒิชัย นาครักษา และยุพร พืชกมุทร[2]. [ม.ป.ท.]. **เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีอาหาร** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 55 หน้า.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. คุณภาพซากเนื้อไก่. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. ธนบรรณการพิมพ์. หน้า 136-149.

สุวรรณา คุณาศิริรัตน์. 2546. **เครื่องดื่มเสริมโภชนาการจากงา** สัมมนาระดับปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. หน้า 7-11.

สายสุนีย์ รังสิปิยกุล, บุญเกื้อ ภูศรี, สมสิทธิ์ จันทรักษ์, จารุวรรณ มั่นคง, นฤทัย วรสถิตย์, จำลอง กกรัมย์ และพเยาว์ พรหมพันธุ์ใจ. 2541. "งาดำเมล็ดโตสายพันธุ์ใหม่ IS_1-21 " ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เข้าถึงได้จาก: http://www.fortunecity.com/bally/harp/116/. 12/6/05

ศัลยา คงสมบูรณ์เวช. 2546. "งา" ธัญพืชที่มากด้วยคุณค่า. **อาหาร.** 33 (3) : 181-185.

อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2538. การเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์. **เอกสารประกอบการปฏิบัติการวิชาจุลชีววิทยาทางอาหาร.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 101 หน้า.

http://www.maxslene.com /coles_table.html "ปริมาณกรดไขมันในน้ำมันพืชชนิดต่างๆ" . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.maxslene.com /coles_table.html 23/3/05

http://www.dipasa.nl/roasoil.htm. "น้ำมันงา" . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://www.dipasa.nl/roasoil.htm.19/2/05

http://www.homecooking.about.com/library/weekly/aa06898a.htl "ลักษณะของต้นงา ดอกงา และเมล็ดงา" . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.homecooking.about.com/library/weekly/aa06898a.htl 7/2/05

http://www.dea.go.th/data_doa/sesam/1 stat/sto2.htm "สายพันธุ์งา" . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dea.go.th/data_doa/sesam/1 stat/sto2.htm 23/3/05

AOAC. 1997. **Official and methods of the American OilChemist's Society. 3nd ed.** (AOCS) Champaign, Illinosis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chang, L. W. ; Yen, W. L. ; Huang, S . C . and Duh, P. D. 2002. Antioxidant activity of sesame coat. **Food Chemistry**. 78(3): 347-354.

Devarajan, S. 2003. "Sesame oil benefits blood pressure: cooking oil switch may be high blood pressure treatment." **Inter-American Socity of Hypertension. 2003 proceeding, Abstract : 28**. [Online]. Abstact from : http:// www.WebMD.com.

Frazier,W.C. 1958. **Food microbiology**. Tata. McGraw-Hill, New Dehli.

Fukuda,Y. ; Osawa ,T. ; Kawakishi , S. and Namiki , M. 1993. "Chemistry of lignan Antioxidants in sesame seeds and oil." **Food Phytochemical for Cancer Pro vention 2.** (27) : 264-273.

Fukuda, Y. ; Isobe, M. ; Nagata, M. ; Osawa, T. and Namiki , M. 1986. Phytochemistry Biosynthesis of antioxidant lignans in *Sesamum indicum* seed. **Heterocycles**. (24) : 923-926.

Hirose, N. Linoue, T. ; Nishihara, M. ; Akimoto, K. :Shimimizu, S. and Yamada, H. 1991. Inhibition of cholesterol absorbtion and synthesis in rats by sesamin." **J.Lipid Res.** 32 : 629- 638.

Jadhav, S. J. ; Ninbalker, S.S. ; Kulkarni, A.D. and Madhavi, D.K. 1996. Lipid oxidation in foods. **Lipid oxidation in biological and food system**. : 5-64.

Manley, C . H . ; Vallon, P. P. and Erickson, R . E . 1974 . Some aroma components of roasted sesame seed (*Sesamumm indicumm L.*). **J. Food sci.** 39(1) : 73-76.

Murakami, M. ; Yamaguchi, T. ; Takamura, H. and Matoba, P. 2004. Effect of thermal treatment on Radical – scavenging Activity of single and mixed Polyphenolic compounds. **J. Food Sci**. 69 : 7-10.

Mohamed, H.M.A. and Awatif, I.I. 1998. "The use of sesame oil unsaponifiable matter as a natural antioxidant." **Food Chemistry**. 62 (3) : 269-276.

Morris, J.B. 2002 . "Food and industry uses." Food, industry, nutraceutical, and phamaceutical use of sesame genetic resources. **Trand in a new crops and new uses**. Alexandria : ASHS Press. 153-156.

Nagata, M. ; Osawa, T. and Namiki, M. 1978. Properties of sesame seeds. **Agric. Biol. Chem**. (51) : 1258-1289.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Namiki, M. and Kobayashi, T. 1989. Antioxidant in sesame seeds. **Goma no KagaKu (science of sesame).** Tokyo Asakura shoten. 1-2 .

Nawar, W.W. 1985. Lipids. **Food Chemistry**. 3rd ed. FENNEMA, O.R., (ed.). Marcel Deckker, Inc., New york, : 195-205.

Osawa, T. ; Ide, T. ; De sui, A. and Namiki, M. 1987. Antioxidative and anti cancer components of sesame. **J. Agri. Food Chem.** 35 : 808-812.

Sirato - Yasumoto, S. ; Katsuta, M. ; Okuyama, Y ; Takashashi, Y. and Ide, T. 2001. "Effect of sesame seed rich in sesamin and sesamolin on fatty acid oxidation in rat liver." **J. Agri. Food Chem**. 49 : 2649-2651.

St. Angelo, A.L. 1996. Lipid oxidation in foods. **Res. in Food Sci. and Nut**. 36: 175-224.

Yung-Shin and Hwang, L. S. 2002. "Antioxidative of the crude extract of lignan glycosides from unrosted burma black sesame meal." **Food Research International**. 35 (4) : 365-375.

www.doae.go.th/libraly/html/detail/index.htm "sesame species" 2005. [online]. Avaiable: www. doae.go.th/libraly/html/detail/index.htm 20/2/05

www.gornot kater's/spicepage/sesame.htm "sesame seeds" 2005. [online]. Avaiable: www.gornot kater's/spice page/sesame.htm 17/2/05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางด้านเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

1.1 วิธีการสกัดสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Lee-Wen Chang และคณะ , 2002)

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างที่ต้องการจะสกัดสาร ไปบดจนละเอียด แล้วเอามาตัวอย่างละ 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่

2. เติม เอทานอล 100 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ที่ใส่งาบดไว้แล้ว เขย่าให้เข้ากัน ใช้อะลูมิเนียมฟลอยด์ปิดปากขวดและพันรอบขวดเพื่อป้องกันแสงสว่าง

3. นำขวดรูปชมพู่ที่ได้ไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Shacker ที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และกรองสารสกัดออกมาโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1

4. เก็บสารสกัดที่ได้ไว้ในขวดสีชาปิดสนิท แล้วนำไปไว้ที่มืด โดยการห่อภาชนะบรรจุด้วยอะลูมิเนียมฟลอยด์ และปิดปากภาชนะบรรจุด้วยพาราฟิล์มเพื่อป้องกันอากาศและ นำไปแช่ไว้ในตู้เย็น(อุณหภูมิ 5 – 10 องศาเซลเซียส) จนกว่าจะไปวิเคราะห์

1.2 การวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกเดชั่นของสารสกัดที่ต้องการ โดยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl hydrate(DPPH assay) (Murakami และคณะ , 2004)

วิธีการทดลอง

1. ปิเปตสารสกัดตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 1.1 ปริมาตร 0.01 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง (สำหรับหลอดควบคุม ให้ปิเปต เอทานอล 95% แทนสารสกัดตัวอย่าง)

2 เติมเอทานอล 40 % ให้มีปริมาตรรวมเป็น 5.4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3. ปิเปตสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร (การเตรียมสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ทำได้โดย ชั่งสาร DPPH 0.007 กรัม เติมเอทานอล 95 % 20 มิลลิลิตร แล้วคนให้สารละลายจนเป็นสีใส)

4. ผสมสารละลาย DPPH กับ สารละลายที่เตรียมไว้ เขย่าเข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีเมื่อครบกำหนด นำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วนำมาคำนวณ ความสามารถใน การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ของสารสกัดตัวอย่างจากสมการ

$$\% \text{ DPPH} = (1 - A_{sample} / A_{control}) * 100$$

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การหาค่า TBARS [วุฒิชัยและยุพร [1] ,(ม.ป.ท.)]

วิธีการทดลอง

1. ชั่งอาหาร 10 กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที
2. เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดกลั่น
3. เติมกรดHydrochloric acid (HCL) 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้ pH ประมาณ 1.5 เติม glass bead
4. นำตัวอย่างไปกลั่น โดยกลั่นได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายในเวลา 10 นาที หลังจากตัวอย่างเริ่มเดือด
5. ดูดของเหลวที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วสะอาดที่มีฝาปิด
6. เติมสารละลาย thiobarbituric acid (TBA) 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือด นาน 35 นาที
7. เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทน
8. เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาที โดย ice-bath
9. นำสารละลายไปวัดค่า Absorbance ที่ 538 nm

ค่า TBA value = 7.8 A หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม (A= ค่า Absorbance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบ 7-Points Hedonic Scale

ผลิตภัณฑ์.....

ชื่อผู้ชิม.....

วันที่ชิม.....

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้ แล้วใส่คะแนนความชอบตามลำดับคะแนน

: ก่อนทำการชิมในแต่ละตัวอย่างควรดื่มน้ำทุกครั้ง

คะแนนความชอบ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
ลักษณะเนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

หมายเหตุ : 7 หมายถึง ชอบมาก

: 6 หมายถึง ชอบปานกลาง

: 5 หมายถึง ชอบน้อย

: 4 หมายถึง เฉยๆ

: 3 หมายถึง ไม่ชอบน้อย

: 2 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง

: 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค1 ไก่อบแห้ง (ตัวอย่างควบคุม)

ภาพที่ ค2 ไก่อบแห้งผสมงาดำบด

ภาพที่ ค3 ไก่อบแห้งผสมงาดำคั่วบด

ภาพที่ ค4 ไก่อบแห้งผสมน้ำมันงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาว พรหมลดา ตันอำนวย เกิดวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525 ที่จังหวัด ชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จังหวัด กรุงเทพฯ ในปี พ.ศ. 2543 สำเร็จหลักสูตรปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต(วท.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.)ในปี พ.ศ.2547

นาย ธรากร หงส์ทอง เกิดวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2524 ที่จังหวัด เพชรบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัด เพชรบุรี ในปี พ.ศ. 2542 สำเร็จหลักสูตรปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)ในปีพ.ศ.2547

นางสาว ฐิติพร วงศาโรจน์ เกิดวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนชิโนรสวิทยาลัย จังหวัด กรุงเทพฯ ในปี พ.ศ. 2543 สำเร็จหลักสูตรปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต(วท.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.)ในปีพ.ศ.2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้