



ผลของสารสกัดจากผักบุ้งก้านแดงและยอดกระถินต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

เพลินใจ ตังคณะกุล* เกศศิณี ตระกูลทิวกกร จันทร์สุตา จริยวัฒนวิจิตร
และชมดาว สิกขะมณฑล

The effect of swamp cabbage and leadtree (Yod-kratin) extracts on oxidative rancidity in crisped-cracker

Plernchai Tangkanakul*, Gassinee Trakoontivakorn, Chansuda Jariyavattanavijit
and Chomdao Sikkhamondhol

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: ifrplt@ku.ac.th (P. Tangkanakul)

บทคัดย่อ

ทดสอบประสิทธิภาพของผักบุ้งก้านแดงและยอดกระถินต่อการยับยั้งการออกซิเดชันของไขมัน โดยนึ่งผักบุ้งก้านแดง 10 นาทีก่อนแล้ว จึงสกัดด้วยน้ำ นำน้ำสกัดจากผักบุ้งก้านแดงนี้ เติมลงในส่วนผสมของข้าวเกรียบในปริมาณ 35% 55% และ 65% ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และเนื่องจากน้ำสกัดยอดกระถินมีสีเขียวล้ำมาก จึงเติมน้ำสกัดยอดกระถินสองระดับคือ 35% และ 55% ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำสกัดผักบุ้งก้านแดงนี้ และน้ำสกัดยอดกระถิน โดยวิธี β -carotene bleaching และวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกด้วย Folin-Ciocalteu reagent พบว่า สารฟีนอลิกในน้ำสกัดผักบุ้งก้านแดงนี้ และน้ำสกัดยอดกระถิน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 256.98 และ 2441.67 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ lipid peroxyl (IC_{50}) ของผักบุ้งก้านแดงนี้ และยอดกระถินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 และ 2.77 ไมโครลิตร/มิลลิลิตร ตามลำดับ ตรวจสอบการเกิดออกซิเดชันของไขมันในข้าวเกรียบที่เก็บบ่มอุณหภูมิ 55°C ระยะเวลา 25 วัน โดยวิธีวิเคราะห์ Peroxide value (POV) และค่า Thiobarbituric acid (TBA) พบว่า ค่า POV และค่า TBA ในข้าวเกรียบผสมน้ำสกัดผักบุ้งก้านแดง และในข้าวเกรียบผสมน้ำสกัดยอดกระถิน มีค่าต่ำกว่าในข้าวเกรียบสูตรควบคุม โดยน้ำสกัดผักบุ้งก้านแดงนี้สามารถยืดเวลาการเกิดสารเปอร์ออกไซด์ในข้าวเกรียบทอดได้ดีกว่าน้ำสกัดยอดกระถิน

คำสำคัญ: ผักบุ้งก้านแดง ยอดกระถิน ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ข้าวเกรียบ

Abstract

Efficacy of swamp cabbage (*Ipomoea aquatica* Forsk) and leadtree (*Leucaena leucocephala* de Wit) water extract in retarding oxidative rancidity was tested with crisped-cracker. Swamp cabbages were steamed for 10 minute before water extraction. The swamp cabbage extract at three different percentages, 35, 55 and 65 (w/w) were added to make crisped-cracker. Because of the dark color of leadtree water extract two different percentage, 35 and 55 (w/w) were added to cassava ingredients. Antioxidant activities were analyzed by β -carotene bleaching method and total phenolic contents were determined by Folin-Ciocalteu reagent. Water extract of steamed swamp cabbage and leadtree contained total phenolics, which were 256.98 and 2441.67 mg gallic acid equivalent/100 ml, respectively. Concentrations to inhibit 50% oxidation by peroxyl radical (IC_{50}) of steamed swamp cabbage and leadtree extracts were 0.36 and 2.77 μ l/ml, respectively. The development of lipid oxidation during 25 days in 55°C incubators was evaluated by means of Peroxide value (POV) and Thiobarbituric acid (TBA) value. It was found that both plant extracts inhibited the formation of peroxide and TBA and showed a concentration dependence. And swamp cabbage extract has ability to delay peroxide formation than leadtree extracts.

Keywords: swamp cabbage, leadtree, rancidity, antioxidant activity



บทนำ

ปัจจัยหนึ่งแสดงถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดทอดด้วยน้ำมันคือกลิ่นหืน ซึ่งใช้เป็นดัชนีชี้วัดการศึกษาอายุการเก็บของอาหาร ปฏิกริยาการเกิดหืนของไขมันมีผลกระทบต่อกลิ่นรส และสำคัญยิ่งไปกว่านั้นคือเกิดโทษต่อระบบทางชีววิทยาของมนุษย์ อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในขบวนการออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) นี้ อาจจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการเป็นโรคหลอดเลือดแข็งตัวในมนุษย์ได้ (atherosclerosis) (Gordon, 1996) ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้สารกันหืนชนิดสังเคราะห์เพื่อป้องกันการเกิดหืนในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ butylated hydroxyanisole (BHA) butylated hydroxytoluene (BHT) และ tertiary butylated hydroquinone (TBHQ) เป็นต้น สารกันหืนเหล่านี้สามารถควบคุมไม่ให้เกิดการออกซิเดชันของไขมันในอาหารได้ อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้ อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคมีรายงานการวิจัยพบว่าสารสังเคราะห์บางชนิดทำลายตับมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในตับ (Martin and Gilbert, 1968) จึงมีการควบคุมการใช้เนื่องจากเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ (Brannen, 1975; Ito et al., 1983; Chen et al., 1992) ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นแรงผลักดันให้มีความพยายามที่จะนำสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ (natural antioxidants) มาใช้เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร ผลงานวิจัยพบว่าเครื่องเทศและสมุนไพรชนิดต่างๆ เป็นแหล่งของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติที่มีประวัตินำมาใช้ไม่เพียงแต่เป็นตัวเพิ่มรสชาติเท่านั้น แต่ยังช่วยให้อาหารมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นได้ พบว่า ผักพื้นบ้านไทยทั่วทุกภาคมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน อาทิเช่น ยอดมะม่วงหิมพานต์ ยอดมันปู กระโดนบก สะเม็ก สะตอ สะคาม (เกตุศิณี และจันทร์เพ็ญ, 2543) และพืช ผักบางชนิดมีศักยภาพในการป้องกันการเกิดหืนของน้ำมัน น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง (Tangkanakul et al., 2005; Nor et al., 2008; Maisuthisakul et al., 2006) สารสกัดจากใบกะเพรา และข่า สามารถยับยั้งการเกิดหืนในเนื้อสัตว์ (Jantachote et al., 2007 a, b) สำหรับข้าวเกรียบซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ผลิตกันอย่างแพร่หลาย มีการเติมพืช ผลไม้บางชนิดเพื่อเพิ่มสี และกลิ่น แต่ขาดข้อมูลการศึกษาในเชิงนำพืชผัก มาใช้เป็นสารป้องกันหืน

จากธรรมชาติ ซึ่งการหมิ่นหืนเป็นปัญหาของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทอด ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของผักบุงก้านแดง (*Ipomoea aquatica* Forsk.) และยอดกระถิน (*Leucaena leucocephala* de Wit) ต่อการป้องกันการเกิดหืนในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทอด

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมน้ำสกัดจากผักบุงก้านแดง และยอดกระถิน

ซื้อผักบุงก้านแดง และยอดกระถิน จากตลาดสดในเขตจตุจักร กรุงเทพฯ 4 แหล่ง แล้วนำมาเตรียมเป็นน้ำสกัดผักบุงก้านแดงสดใช้ส่วนก้านและใบ ชั่งตามน้ำหนักที่ต้องการ แล้วนำไปล้างด้วยน้ำเย็นนาน 10 นาที หั่นเป็นท่อนๆ แล้วจึงนำไปสกัดด้วยน้ำ ในอัตราส่วนผักบุงก้านแดงสด: น้ำ เท่ากับ 2: 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ปั่นให้ละเอียด ด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า (Waring Blender) กรองด้วยผ้าขาวบางเอาแต่ส่วนที่เป็นน้ำ ส่วนยอดกระถินสดหั่นเป็นท่อนๆ นำไปสกัดด้วยน้ำ ในอัตราส่วนยอดกระถิน: น้ำ เท่ากับ 2:1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ปั่นให้ละเอียด กรองเอาแต่ส่วนที่เป็นน้ำ

วิธีทำข้าวเกรียบผสมน้ำสกัดผักบุงก้านแดง และน้ำสกัดยอดกระถิน

เตรียมส่วนผสมหลักของข้าวเกรียบคือแป้งมันสำปะหลัง ผสมแป้งสาลีอเนกประสงค์ในปริมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด เติมน้ำสกัดผักบุงก้านแดง 35, 55 และ 65 กรัม ในส่วนผสมแป้ง 100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สำหรับน้ำสกัดยอดกระถินเติมลงส่วนผสมแป้งในปริมาณ 2 ระดับคือ 35 และ 55 กรัม (เนื่องจากหากเติมในปริมาณ 65 กรัม จะทำให้ข้าวเกรียบมีสีเขียวคล้ำมาก) คลุกเคล้าในเข้ากัน นวดจนเนื้อเนียน ปั้นเป็นแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 1 1/2 นิ้ว ยาว 7-8 นิ้ว วางในรังถึง นึ่งด้วยไฟแรง นาน 30 นาที ปลอ่ยให้เย็น นำไปเก็บในตู้เย็น ประมาณ 16 ชั่วโมง หั่นเป็นแผ่นบางๆ หนา 2 มิลลิเมตร วางเรียงบนถาด อบด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 65° C ระยะเวลา 3 1/2 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ปริมาณแป้งและน้ำสกัดผักบุงก้านแดง และน้ำสกัดยอกระถิน ในส่วนผสมข้าวเกรียบ

ชนิด	น้ำหนักส่วนผสม (กรัม)			น้ำเปล่า (มิลลิลิตร)
	แป้งมันสำปะหลัง	แป้งสาลี	น้ำสกัดผัก	
ข้าวเกรียบสูตรควบคุม	80	20	–	100
ข้าวเกรียบน้ำสกัดผักบุง 35%	80	20	35	65
ข้าวเกรียบน้ำสกัดผักบุง 55%	80	20	55	45
ข้าวเกรียบน้ำสกัดผักบุง 65%	80	20	65	35
ข้าวเกรียบน้ำสกัดยอกระถิน 35%	80	20	35	65
ข้าวเกรียบน้ำสกัดยอกระถิน 55%	80	20	55	45

วิเคราะห์คุณภาพข้าวเกรียบ คือ ความชื้น ไขมันด้วยเทคนิคการสกัดด้วยซอกซ์เลต (soxhlet extraction) โดยวิธี AOAC (2005) ค่าออกเตอร์แอคทีวิตี (a_{90} , Novasina Sensor, ประเทศสวีเดน)

วิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกในน้ำสกัดผัก โดยใช้สาร Folin-Ciocalteu reagent ประยุกต์จากวิธีของ Singleton and Rossi (1965) ตูตสารสกัดตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น Folin Ciocalteu ความเข้มข้น 10% (V/V) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที แล้วเติมน้ำกลั่น Na_2CO_3 ความเข้มข้น 7.5% (W/V) ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายใน 8 นาที ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน นำไปแช่ใน water bath อุณหภูมิ 40°C นาน 30 นาที สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 756 nm ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer คำนวณปริมาณสารฟีนอลิกจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก ที่เตรียมจากสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ตูตสารละลายปริมาตร 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิลิตรลงใน centrifuged tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น Folin Ciocalteu และสารละลาย Na_2CO_3 ดังวิธีการข้างต้นรายงานปริมาณสารฟีนอลิก เป็น มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/100 มิลลิลิตรสารสกัด โดยอ่านค่าจากสมการ $y = 0.0043x + 0.0085$ เมื่อ x คือปริมาณกรดแกลลิก และ y คือค่าการดูดกลืนแสง

วิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ lipid peroxyl (ROO $\cdot$) ของน้ำสกัดผักบุงก้านแดง และน้ำสกัดยอกระถิน ด้วยวิธี β -carotene bleaching (Miller, 1971) รายงานเป็น IC $_{50}$ (ไมโครลิตร/มิลลิลิตร) คือความเข้มข้นของสารสกัดที่ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50% มีรายละเอียดดังนี้

เตรียมสารสกัดน้ำผักบุงก้านแดง และน้ำสกัดยอกระถิน ด้วยอัตราส่วน 1: 10 ปรับความเข้มข้นของสารสกัด แล้วจึงนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ สารละลายเบต้าแคโรทีน (100 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ไดคลอโรมีเทน) สารละลายกรดไขมันลิโนเลอิก (linoleic acid, 10กรัม/10 มิลลิลิตร ไดคลอโรมีเทน) สารละลาย Tween 40 (70% ในตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน) และสารละลายโปตัสเซียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.1 M pH 6.86

นำสารละลายเบต้าแคโรทีน สารละลายกรดไขมันลิโนเลอิก และสารละลาย Tween 40 ในปริมาณ 2 มิลลิลิตร 100 ไมโครลิตร และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ ผสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ระเหยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนให้หมดด้วยแก๊สไนโตรเจน เติมน้ำกลั่นโปตัสเซียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 100 มิลลิลิตร แยกสารละลายเพื่อชะเบต้าแคโรทีน และกรดลิโนเลอิกจากผนังขวดแก้วให้หมด ตูตสารผสมเบต้าแคโรทีน-กรดลิโนเลอิก ปริมาณ 695 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารสกัดตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ปริมาตร 300 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 2,2'-azobis(2 amidinopropane) dihydrochloride (AAPH, 2.44 กรัม/10 มิลลิลิตร น้ำกลั่น) 5 ไมโครลิตร และแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 32°C นาน 30 นาที ทำการบันทึก ค่า O.D. (ค่าที่ 0 นาที) ด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ที่ 465 nm และบันทึกอีกครั้งที่ 90 นาที คำนวณ Antioxidant activity

จากสมการคือ Antioxidant activity (%) = $[1 - (S_0^\circ S_{90}) / (C_0^\circ C_{90})] \times 100$

S_0 = ค่า O.D. ของสารสกัดตัวอย่าง ที่ 0 นาที

S_{90} = ค่า O.D. ของสารสกัดตัวอย่าง ที่ 90 นาที

C_0 = ค่า O.D. ของน้ำกลั่นที่ 0 นาที

C_{90} = ค่า O.D. ของน้ำกลั่นที่ 90 นาที



การทดสอบการเกิดหินในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

นำข้าวเกรียบสูตรควบคุมและข้าวเกรียบผสมน้ำสกัดผักสูตรต่างๆ ทอดในน้ำมันถั่วเหลือง ยี่ห้อที่ระบุว่าจะไม่มีการเติมสารกันหืนสังเคราะห์ มีวิตามินอี 2% โดยใช้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิได้ ที่ 180 °C ใช้เวลานาน 43-45 วินาที/ตัวอย่าง บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด PP ขนาด 8 นิ้ว x 12 นิ้ว x 0.12 มิลลิเมตร เก็บในตู้อบอุณหภูมิ 55 °C โดยนำออกมาวิเคราะห์ Peroxide value (POV) และ Thiobarbituric acid (TBA) ทุกๆ 3-4 วัน ในช่วง 25 วัน

วิเคราะห์ค่า Peroxide value (POV) ด้วยวิธี AOAC (1995) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อ กิโลกรัมไขมัน และ Thiobarbituric acid (TBA) values โดยวิธีของ Pearson (1976) ซึ่งรายงานเป็นหน่วยมิลลิกรัมมาลอนัลดีไฮด์/ กิโลกรัมไขมัน

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำผลของค่า POV และค่า TBA มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้ one-way analysis of

variance (ANOVA) ในระดับความเชื่อมั่นที่ $p \leq 0.05$ การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Treatment ใช้ Duncan's multiple range test

ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

ผลวิเคราะห์ความชื้นของข้าวเกรียบสูตรควบคุมและข้าวเกรียบผสมน้ำสกัดผักบั้งและน้ำสกัดยอดกระถินชนิดไม่ทอด (ตารางที่ 2) มีค่าระหว่าง 6.94 - 9.45 % ต่ำกว่าความชื้นที่ใช้ควบคุมข้าวเกรียบที่ Yu (1997) รายงานไว้คือประมาณ 10 %: จะได้ข้าวเกรียบที่มีขนาดรูพรุนสม่ำเสมอ ไขมันมีปริมาณอยู่ในช่วง 20.49-28.82 % ส่วนค่า a_w ในข้าวเกรียบทอดสูตรต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22-0.31 ซึ่งค่า a_w เท่ากับ 0.3 จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหืนช้าลง (Hall, 1991)

ตารางที่ 2 ความชื้น ไขมัน และค่า water activity (a_w) ของข้าวเกรียบ (แสดงเป็นค่า mean $\pm$ SD)

ชนิดของข้าวเกรียบ	ปริมาณความชื้นในข้าวเกรียบไม่ทอด (%)	ไขมันในข้าวเกรียบทอด (%)	วอเตอร์ แอคติวิตี (a_w) ข้าวเกรียบทอด
ข้าวเกรียบสูตรควบคุม	7.34 $\pm$ 1.36	20.49 $\pm$ 0.28	0.31 $\pm$ 0.02
ข้าวเกรียบน้ำสกัดผักบั้ง 35%	6.94 $\pm$ 0.00	21.20 $\pm$ 1.05	0.29 $\pm$ 0.00
ข้าวเกรียบน้ำสกัดผักบั้ง 55%	7.06 $\pm$ 0.05	24.98 $\pm$ 0.68	0.28 $\pm$ 0.00
ข้าวเกรียบน้ำสกัดผักบั้ง 65%	7.90 $\pm$ 0.07	28.82 $\pm$ 0.39	0.29 $\pm$ 0.00
ข้าวเกรียบน้ำสกัดยอดกระถิน 35%	9.45 $\pm$ 0.02	23.13 $\pm$ 0.92	0.23 $\pm$ 0.01
ข้าวเกรียบน้ำสกัดยอดกระถิน 55%	7.80 $\pm$ 0.07	25.29 $\pm$ 0.47	0.22 $\pm$ 0.01

ฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำสกัดผักบั้ง และน้ำสกัดยอดกระถิน

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต้านสารอนุมูลอิสระ lipid peroxy (ROO°) ของน้ำสกัดผักบั้งก้านแดงสด และน้ำสกัดผักบั้งก้านแดงแห้ง (ตารางที่ 3) พบว่า ค่า IC_{50} ของน้ำสกัดผักบั้งก้านแดงแห้ง มีค่าต่ำกว่า IC_{50} ของน้ำสกัดผักบั้งก้านแดงสด แสดงถึงว่ามีคุณสมบัติในการขจัด

สารอนุมูลอิสระ ROO° มากกว่าน้ำสกัดผักบั้งก้านแดงสด เนื่องจากการนึ่งผักบั้งก้านแดงจะยับยั้งการถูกออกซิไดส์ของกรดคลอโรจีนิกซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH (Ohnishi et al., 1994) ดังจะเห็นได้จากปริมาณสารฟีนอลิกในน้ำสกัดผักบั้งก้านแดงแห้งสูงกว่าน้ำสกัดผักบั้งก้านแดงสด 46% ดังนั้นจึงนำผักบั้งก้านแดงแห้งมาใช้ซึ่งได้น้ำสกัดที่มีสีเขียวไม่กระทบต่อสีของข้าวเกรียบ

ตารางที่ 3ฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำสกัดบุงักันแดง และน้ำสกัดยอดกระถิน

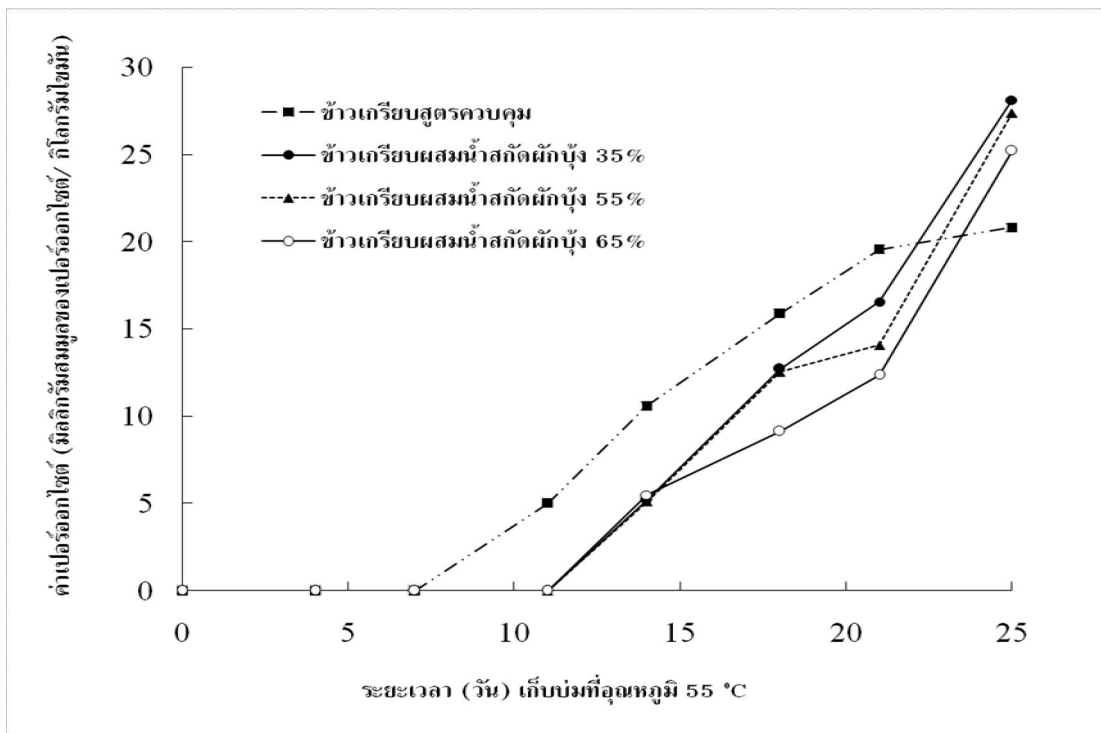
น้ำสกัดผัก	ฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ	ปริมาณสารฟีนอลิก
	ค่า IC ₅₀ (ไมโครลิตร/ มิลลิลิตร)	(มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/100 มิลลิลิตร)
น้ำสกัดผักบุงักันแดงสด	5.66±0.91	175.58±8.22
น้ำสกัดผักบุงักันแดงนึ่ง	0.36±0.01	256.98±9.87
น้ำสกัดยอดกระถิน	2.77±0.22	2441.67±122.60

ส่วนน้ำสกัดยอดกระถิน มีปริมาณสารฟีนอลิกเท่ากับ 2,441.67 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณสารฟีนอลิกในน้ำสกัดผักบุงักันแดงสด และสารสกัดผักบุงักันแดงนึ่ง ประมาณ 14 และ 9 เท่าตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ IC₅₀ ของสารสกัดยอดกระถิน มีค่าเท่ากับ 2.77 ไมโครลิตร/ มิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าน้ำสกัดยอดกระถินมีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระสูงกว่าน้ำสกัดผักบุงักันแดงสด (IC₅₀ = 5.66) แต่ฤทธิ์ต่ำกว่าน้ำสกัดผักบุงักันแดงนึ่ง (IC₅₀ = 0.36) แสดงว่าสารฟีนอลิกที่พบในน้ำสกัดยอดกระถินให้ฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระชนิด ROO[•] ได้ต่ำกว่าสารฟีนอลิกในน้ำสกัดผักบุงักันแดงนึ่ง

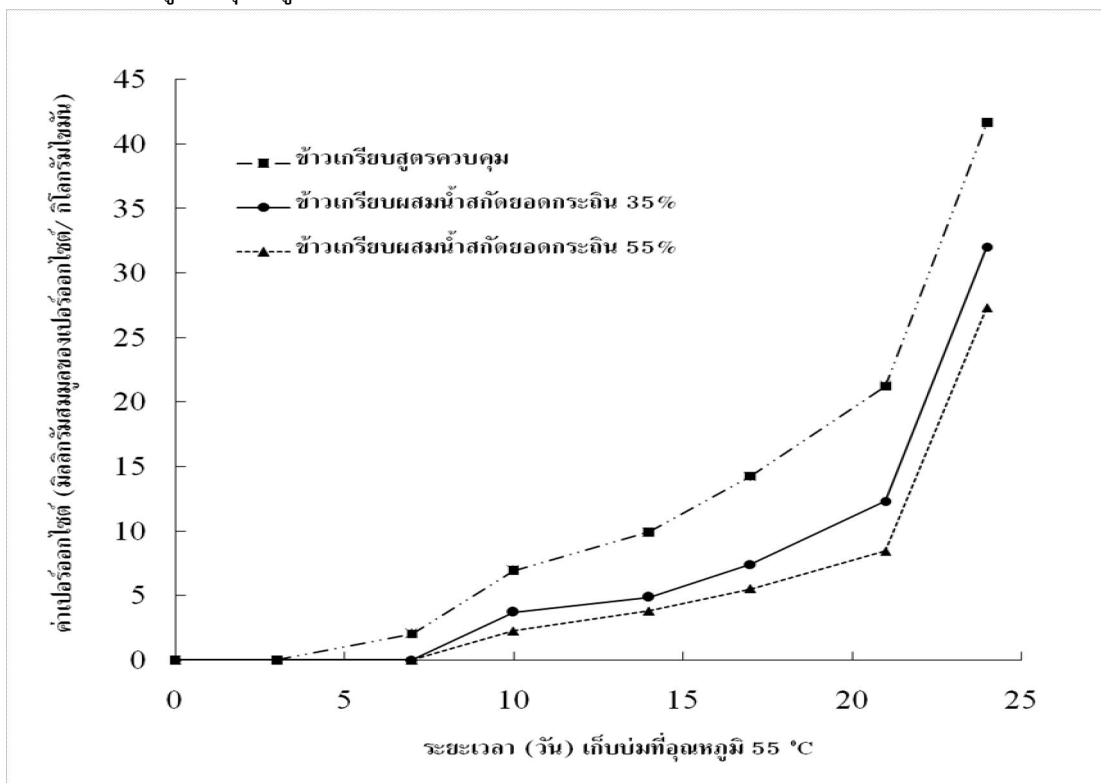
การป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันในข้าวเกรียบทอด

ผลของน้ำสกัดผักบุงักันแดงนึ่ง และน้ำสกัดยอดกระถิน ในการลดการเกิดหืนในข้าวเกรียบทอด โดยการตรวจวิเคราะห์ ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, POV)

และ TBA เนื่องจากค่า POV เป็นการวัดการเกิดผลผลิตเริ่มต้นของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งสารเปอร์ออกไซด์ ได้จากกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนบริเวณตำแหน่งพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน (Nawar, 1985) ผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำสกัดผักบุงักันแดงนึ่งสามารถยืดเวลาการเกิดสารเปอร์ออกไซด์ในข้าวเกรียบทอดได้ดีกว่าน้ำสกัดยอดกระถิน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 55°C (รูปที่ 1 และรูปที่ 2) โดยไม่พบค่า POV ในข้าวเกรียบทอดเติมน้ำสกัดผักบุงักันแดงนึ่งที่บ่มนาน 10 วัน ในขณะที่เริ่มพบสารเปอร์ออกไซด์ในข้าวเกรียบเติมน้ำสกัดยอดกระถินในวันที่ 7 และมีปริมาณต่ำกว่าสูตรควบคุม จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับค่า IC₅₀ และอัตราการเกิดสารเปอร์ออกไซด์ ในข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดผักทุกสูตรต่ำกว่าสูตรควบคุมในช่วง 25 วันที่ทำการศึกษา



รูปที่ 1 ค่าเปอร์ออกไซด์ของข้าวเกรียบทอดผสมน้ำสกัดผักบุ้งก้านแดงปริมาณต่างกัน ระหว่างการเก็บในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 55 °C



รูปที่ 2 ค่าเปอร์ออกไซด์ของข้าวเกรียบทอดผสมน้ำสกัดยอดกระถินปริมาณต่างกัน (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ระหว่างการเก็บในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 55 °C

ค่า Thiobarbituric acid (TBA) เป็นการวัดการเกิดผลิตภัณฑ์ทุติยภูมิขั้นสุดท้าย (secondary end product) ของการย่อยสลายไขมันจากปฏิกิริยาไลโปออกซิเดชัน คือ มัลลาลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่งอาจจะทำให้เกิดกลิ่นแปลกปลอม (off-flavor) ในน้ำมันที่ถูกออกซิไดส์ (Rossel, 1994) ตารางที่ 4 แสดงผลวิเคราะห์ TBA ของข้าวเกรียบทอดผสมน้ำสกัดผักกาดแดง ระหว่างการเก็บในตู้บ่ม อุณหภูมิ 55 °C ระยะเวลา 25 วัน พบว่า มีค่าต่ำกว่าข้าวเกรียบสูตรควบคุม

ตั้งแต่วันที่ 4 จนถึงวันที่ 21 ของการเก็บบ่ม แม้ว่าจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในวันที่ 21 ค่า TBA ของข้าวเกรียบทอดสูตรควบคุม (65.13 มิลลิกรัมมัลลาลดีไฮด์/กิโลกรัมไขมัน) มีค่าสูงกว่าข้าวเกรียบผสมน้ำสกัดผักกาด 35% 55% และ 65% ประมาณ 2.1 และ 2.3 เท่า ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่า Thiobarbituric acid (TBA) ของข้าวเกรียบทอดผสมน้ำสกัดผักกาดแดงปริมาณต่างกัน (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ระหว่างการเก็บในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 55 °C

ระยะเวลา (วัน)	TBA (มิลลิกรัม มัลลาลดีไฮด์/กิโลกรัมไขมัน)			
	ข้าวเกรียบสูตรควบคุม	ข้าวเกรียบผสมน้ำสกัด ผักกาดแดง 35%	ข้าวเกรียบผสมน้ำสกัด ผักกาดแดง 55%	ข้าวเกรียบผสมน้ำ สกัดผักกาดแดง 65%
0	1.60 ± 0.24 ^b	1.18 ± 0.03 ^b	1.54 ± 0.19 ^b	2.64 ± 0.11 ^a
4	2.89 ± 0.62 ^a	2.14 ± 0.43 ^{ab}	1.60 ± 0.01 ^b	2.50 ± 0.32 ^{ab}
7	3.77 ± 0.36 ^a	3.07 ± 0.31 ^{ab}	3.07 ± 0.65 ^{ab}	2.12 ± 0.50 ^b
10	15.67 ± 0.19 ^a	12.36 ± 0.10 ^b	6.88 ± 0.02 ^c	11.69 ± 0.15 ^c
14	11.22 ± 0.38 ^{ab}	12.31 ± 0.68 ^a	10.56 ± 0.45 ^b	11.31 ± 0.36 ^{ab}
18	21.05 ± 0.03 ^a	21.69 ± 1.61 ^a	18.06 ± 5.47 ^{ab}	11.61 ± 1.36 ^b
21	65.13 ± 1.37 ^a	32.79 ± 1.22 ^b	30.16 ± 10.09 ^b	27.82 ± 8.52 ^b
25	65.87 ± 0.99 ^c	99.58 ± 0.00 ^a	83.70 ± 1.77 ^b	60.65 ± 4.21 ^c

ค่า mean ซึ่งมีตัวอักษรกำกับต่างกัน ที่แสดงภายในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในส่วนของข้าวเกรียบทอดผสมน้ำสกัดยอกระถิน พบว่าการผสมน้ำสกัดยอกระถินในปริมาณ 35% และ 55% มีส่วนป้องกัน การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยปรากฏว่าตั้งแต่วันที่ 7 ถึงวันที่ 21 ค่า TBA ของข้าวเกรียบทอด ผสมน้ำสกัดยอกระถินทั้งสองสูตร ต่ำกว่า

สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งในวันที่ 21 ค่า TBA ของข้าวเกรียบสูตรควบคุม (71.44 มิลลิกรัมมัลลาลดีไฮด์ /กิโลกรัมไขมัน) สูงกว่าข้าวเกรียบผสมน้ำสกัดยอกระถิน 35% และ 55% ประมาณ 2 และ 2.3 เท่า ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่า Thiobarbituric acid (TBA) ของข้าวเกรียบทอดผสมน้ำสกัดยอกระถินปริมาณต่างกัน (น้ำหนัก/ น้ำหนัก) ระหว่างการเก็บในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 55 °C

ระยะเวลา (วัน)	TBA (มิลลิกรัม มัลลาลดีไฮด์/ กิโลกรัมไขมัน)		
	ข้าวเกรียบสูตรควบคุม	ข้าวเกรียบผสมน้ำสกัด ยอกระถิน 35%	ข้าวเกรียบผสมน้ำสกัด ยอกระถิน 55%
0	2.50 ± 0.83 ^a	3.72 ± 0.98 ^a	4.19 ± 1.49 ^a
3	4.12 ± 1.30 ^a	4.62 ± 2.59 ^a	4.01 ± 1.16 ^a
7	7.80 ± 0.39 ^a	4.79 ± 0.53 ^b	4.95 ± 0.95 ^b
10	14.91 ± 2.36 ^a	9.67 ± 1.64 ^b	6.67 ± 0.70 ^b
14	26.25 ± 5.33 ^a	12.99 ± 2.60 ^b	13.01 ± 5.59 ^b
17	50.60 ± 7.20 ^a	14.46 ± 2.33 ^c	24.54 ± 3.97 ^b
21	71.44 ± 5.63 ^a	36.15 ± 8.62 ^b	31.08 ± 7.06 ^b
24	74.26 ± 6.94 ^a	81.82 ± 7.00 ^a	55.63 ± 7.23 ^b

ค่า mean ซึ่งมีตัวอักษรกำกับต่างกัน ที่แสดงภายในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



จากผลการวิเคราะห์ค่า POV และ TBA ในข้าวเกรียบทอดผสม น้ำสกัดผักทั้ง 2 ชนิด พบว่าต่ำกว่าข้าวเกรียบสูตรควบคุมนั้น แสดงว่าการเติมน้ำสกัดผักทั้ง 2 ชนิด ลงในแป้งส่วนผสมข้าวเกรียบสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในข้าวเกรียบทอดได้ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับงานวิจัยที่นำสารสกัด เอทานอลของกะเพรา หรือข้าวผสมในหมูสับ (Jantachote et al., 2007 a, b)

นอกจากนี้ยังมีผลวิจัยของ Kapińska et al. (2001) ที่แสดงให้เห็นว่าลูกชิ้นเนื้อทอดที่ใส่ผงสมุนไพร sage 1.5% มีค่า POV และปริมาณสาร malondialdehyde ต่ำกว่าสูตรควบคุม ที่เก็บในตู้เย็น 4°C เป็นเวลา 4 วัน และยังมีผลงานวิจัยอีกมากที่แสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติต้านออกซิเดชันของสารฟีนอลิก มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราการเกิดกระบวนการออกซิเดชันในอาหาร (Frankel, 1991; Pokorny, 1991)

สรุปผลการศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า น้ำสกัดผักบุงก้านแดงและน้ำสกัดยอกระถินเมื่อเติมลงในส่วนผสมของข้าวเกรียบสามารถชะลอการเกิดค่า POV ได้นานกว่าข้าวเกรียบสูตรควบคุม และมีค่า TBA ต่ำกว่าสูตรควบคุม แปรผันตามปริมาณ น้ำสกัดผักที่เติมลงในส่วนผสมข้าวเกรียบ คุณสมบัติชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน อาจมีความสัมพันธ์กับสารฟีนอลิกในผักทั้ง 2 ชนิด อย่างไรก็ตาม น้ำสกัดยอกระถินชะลอการเกิดหืนของข้าวเกรียบทอดได้นานกว่าน้ำสกัดผักบุงก้านแดง แม้ว่าผลการวิเคราะห์ของน้ำสกัดผักบุงก้านแดงจะแสดงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระชนิด lipid peroxyl ได้ดีกว่าน้ำสกัดยอกระถิน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

เกศศิณี ตรีกุลทิวาร และจันทร์เพ็ญ ศักดิ์สิทธิพิทักษ์. (2543). ศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักพื้นบ้านไทย. *อาหาร*, 30(3), 164-176.

AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis* (15th ed.). Washington DC.: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC. (2005). *Official Method of Analysis* (16th ed.). Washington DC.: Association of Official Analytical Chemist.

Brannen, A.L. (1975). Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 52, 59-63.

Chen, C. H., Pearson, A. M. & Gray, J. I. (1992). Effects of synthetic antioxidants (BHA, BHT and PG) on the mutagenicity of IQ-like compounds. *Food Chemistry*, 45, 778-13.

Frankel, E. N. (1991). Recent advances in lipid oxidation. A review. *Journal of the science of Food and Agriculture*, 54, 495-511.

Gordon, M.H. (1996). Dietary antioxidants in disease prevention. *Natural Product Reports*, 13, 265-273.

Hall, J. (1991). Food product shelf life. How long before it's gone? Medallion laboratories, 8(1), 1-8.

Ito, N., Fukushima, S., Hasegawa, A., Shibata, M. & Ogiso, T. (1983). Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F344 rats. *Journal of the National Cancer Institute*, 70, 343-347.



- Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. & Bauer, F. (2007a). Antioxidative effect of added dried holy basil and its ethanolic extracts on susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation. *Food Chemistry*, 100, 129–135.
- Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. & Bauer, F. (2007b). The effect of dried galangal powder and its ethanolic extracts on oxidative stability in cooked ground pork. *LWT- Food Science and Technology*, 40, 324–330.
- Karpińska, M., Borowski, J. & Danowska-Oziewicz, M. (2001). The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry*, 72, 5–9.
- Maisuthisakul, P., Pongsawatmanit, R. & Gordon, M. H. (2006). Antioxidant properties of teaw (*Cratogeomys* Dyer) extract in soybean oil and emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(7), 2719–2725.
- Martin, A.D. & Gilbert, D. (1968). Enzyme changes accompanying liver enlargement in rats treated with 3 tert. Butyl 4- hydroxyanisole. *Biochemical Journal*, 106, 22–27.
- Miller, H.E. (1971). A simplified method for the evaluation of antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 48, 91.
- Nawar, W.W. (1985). Lipids. In O.R. Fennema (Eds.), *Food chemistry* (2th ed.; p.180). New York: Marcel Dekker.
- Nor, F.M., Mohamed, S., Idris, N.A. & Ismail, R. (2008). Antioxidant properties of *Curcuma longa* leaf extract in accelerated oxidation and deep frying studies. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 86, 141–147.
- Ohnishi, M., Morishita, H., Iwahashi, H., Toda, S., Shirataki, Y., Kimura, M. et al. (1994). Inhibitory effects of chlorogenic acids on linoleic acid peroxidation and haemolysis. *Phytochemistry*, 36(3), 579–583.
- Pearson, D. (1976). *The chemical analysis of foods* (7th ed.). London: Churchill Livingstone.
- Pokorny, J. (1991). Natural antioxidants for food use. *Trends in Food Science and Technology*, 9, 223–227.
- Rossel, J.B. (1994). Measurements of rancidity. In J.C. Allen & Hamilton, R. J. (Eds.), *Rancidity in foods* (3rd ed.; pp.22–53). UK: Blackie.
- Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- Tangkanakul, P., Trakoontivakom, G. & Jariyavattanavijit, C. (2005). Extracts of Thai indigenous vegetables as rancid inhibitor in a model system. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 39(2), 274–283.
- Yu, S.Y. (1997). Fish crackers poised for new image. *INFOFISH International*, 4, 46–52.