วารสารวิจัย
ราชภัฏเชียงใหม่

ประจำปีที่ 13 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2554 - มีนาคม 2555

Rajabhat Chiang Mai
University
Research Journal

ISSN 1513-8410

วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่

RAJABHAT CHIANG MAI RESEARCH JOURNAL

ประจำปีที่ 13 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2554 – มีนาคม 2555 ISSN 1513-8410

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช วงศ์หล้า อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ผู้ทรงคุณวุฒิที่กลั่นกรองผลงานทางวิชาการวารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่ ประจำปีที่ 13 ฉบับที่ 1

ศ.ดร.สายสมร	ลำยอง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.อาวรณ์	โอภาสพัฒนกิจ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.วิบูลย์	รัตนาปนนท์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.ดร.สินธุ์	สโรบล	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อ.ดร.กรรณิกา	เจิมเทียนชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
รศ.ดร.ประพันธ์	ธรรมไชย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รศ.สนิท	สัตโยภาส	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อ.ดร.ไพรัช	โกศัลย์พิพัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อ.ดร.ศุภกฤษ	เมธีโภคพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อ.ดร.ณัฏฐพร	จักรวิเชียร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผศ.ดร.ชวิศ	จิตรวิจารณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผศ.สงวนศรี	วรรณสูตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บรรณาธิการ

ผศ.มนตรี	ศิริจันทร์ชื่น	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

อ.ดร.จิติมา	กตัญญู	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผศ.วิไลลักษณ์	กิติบุตร	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ผศ.ดร.นครินทร์	พริบไหว	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กองบรรณาธิการ

น.ส.ศิริพร	ริพล	รักษาการหัวหน้าสำนักงานสถาบันวิจัยและพัฒนา
น.ส.ณัฐธยาน์	สมาเกตุ	นักวิจัย
น.ส.กรทอง	ลีสุวรรณ์	นักวิจัย
นายปรัชญา	ไชยวงค์	นักวิชาการคอมพิวเตอร์
น.ส.กรรณิกา	ซาซง	นักวิชาการเงินและพัสดุ
นางพิมพรรณ	สูญโญ	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป
นายวชิราวุธ	สุวรรณคำ	เจ้าหน้าที่ธุรการ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

อาคารราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ ชั้น 14 เลขที่ 202 ถ.โชตนา ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

โทรศัพท์/โทรสาร 0-5388-5950

ข้อความหรือข้อคิดเห็นในวารสารนี้เป็นของผู้เขียนมิใช่ความรับผิดชอบของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ออกแบบและพิมพ์ที่ หจก.วนิดาการพิมพ์ โทรศัพท์ 08-1783-8569

คำนำ

วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่เป็นวารสารทางวิชาการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ งานวิจัย งานวิชาการและงานวิทยานิพนธ์ของคณาจารย์ บุคลากร นักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่และสถาบันการศึกษาอื่น ๆ ตลอดจนนักวิจัยทั่วไป มีการพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ (ประจำเดือนตุลาคม-เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน-เดือนกันยายน) ดำเนินการเผยแพร่โดยจัดส่งให้สถาบันอุดมศึกษาทุกสถาบัน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานการอุดมศึกษาและหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ การตีพิมพ์ต้นฉบับที่เสนอขอลงตีพิมพ์จะต้องไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใด ๆ มาก่อนหรือไม่อยู่ระหว่างเสนอขอลงตีพิมพ์ในวารสารอื่น และต้องผ่านการประเมินกลั่นกรองให้ความเห็นและตรวจแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้อง เมื่อได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนี้ถือเป็นสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ การนำต้นฉบับไปตีพิมพ์ใหม่ต้องได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่และเจ้าของต้นฉบับก่อน ผลการวิจัยและความคิดเห็นที่ปรากฏในบทความต่าง ๆ เป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความ ทั้งนี้ไม่รวมความผิดพลาดอันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์

ในฉบับนี้เป็นปีที่ 13 ฉบับที่ 1 เวลาการดำเนินการอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม 2554 - มีนาคม 2555 วารสารฉบับนี้ได้นำเสนอบทความวิจัย 13 เรื่อง มีความเด่นในด้านวิชาการเพื่อรับใช้สังคม

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ส่งบทความวิจัยมาลงในวารสาร และหวังว่าบทความดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในแวดวงวิชาการที่เกี่ยวข้องต่อไป

บรรณาธิการ
วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่

สารบัญ

01 **การจัดการความรู้เพื่อพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์ศักยภาพธุรกิจชุมชน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่**

รองศาสตราจารย์อัญชลี โสมดี

15 **เทคนิคการผลิตเครื่องปั้นดินเผาแบบขัดมันเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย**

อาจารย์เสน่ห์ วงค์สุฤทธิ์

25 **การจัดการความรู้ เพื่อพัฒนาธุรกิจชุมชนกลุ่มตัดเย็บบ้านดอกแดง ตำบลสง่าบ้าน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เดชวิทย์ นิลวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธวัชชัย บุญมี
อาจารย์ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์ อาจารย์สุวลักษณ์ อ้วนสอาด
อาจารย์พุทธมน สุวรรณอาสน์ และอาจารย์เติมพันธ์ บุญมาประเสริฐ

41 **การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์ OTOP ของตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่**

อาจารย์บุษราภรณ์ มหัทธนชัย

51 **การศึกษาการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยไม้สกุลแวนด้าฟ้ามุ่ยในอาหารดัดแปลง โดยใช้วุ้นน้ำมะพร้าวแทนวุ้นสำเร็จ**

อาจารย์อัครสิทธิ์ บุญส่งแท้ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรี หาญเมืองใจ

61 **การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว**

อาจารย์ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ

81 การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ รายวิชา กฎหมายและมาตรฐานอาหาร : กรณีศึกษา คุณภาพและมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารของฝากจากจังหวัดเชียงใหม่

อาจารย์นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่

95 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและเปอร์เซ็นต์ไขมันของประชาชนหญิงที่ออกกำลังกายด้วยการเต้นแอโรบิกในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ พ.ศ.2552

นายพรหมวสันต์ ทาโน รองศาสตราจารย์ธงชัย เจริญทรัพย์มณี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธาวุฒิ ปลื้มสำราญ

105 ระดับทักษะฟุตบอลของนักเรียนชายช่วงชั้นที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2551

นายเศรษฐโชค สิริภักดีกุล รองศาสตราจารย์ผาณิต บิลมาศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธาวุฒิ ปลื้มสำราญ

115 ผลของโปรแกรมสุขศึกษาที่มีต่อการพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพของเด็กวัยเรียนธาลัสซีเมีย

นางสาวมุจลินท์ อิมิวัฒน์

129 การใช้กระบวนการจิตตปัญญาศึกษาในการพัฒนาการรู้คิดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญวัฒนา บุญธรรม

141 ความพึงพอใจของนิสิต รป.ม. 13 ศูนย์การศึกษาจันทบุรีที่มีต่อการเรียนวิชาการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการบริหาร

อาจารย์ ดร.พงษ์เสฐียร เหลืองอลงกต

149 ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ - สารที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้ออาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

นางสาวเกตุนภา ไทยหนุ่ม อาจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์ และอาจารย์ ดร.ธัญญา ทะพิงค์แก

การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว

Extraction of Vitamin E from Distillate of Rice Bran Oil

อาจารย์ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

RAJABHAT CHIANG MAI
Research Journal

การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว
Extraction of Vitamin E from Distillate of Rice Bran Oil

อาจารย์ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว ด้วยสัดส่วนของดิสทิลเลตต่ออะซิโตไนไตรล์เท่ากับ 1:4 (w/v) โดยวิธี winterization ที่อุณหภูมิ 0 และ -20°C ตามลำดับ ทำบริสุทธิ์สารสกัดที่ได้ด้วยการทำซาพอนิฟิเคชันแบบเย็น (cold saponification) วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีด้วยเทคนิค Reversed-phase HPLC พบว่า ความเข้มข้นของวิตามินอี เท่ากับ 6,788.186±55.039 mg/kg สารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวเข้มข้น 0.1 mg/kg มีค่า DPPH scavenging effect สูงที่สุดเท่ากับ 98.178±0.004% และมากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และสามารถยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกได้มากกว่า 90% ภายในเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธี reducing power และ วิธี ferric thiocyanate นอกจากนี้ยังมีสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชันและความสามารถในการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์มากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : การสกัด วิตามินอี โทโคเฟอรอล ดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว BHT TBHQ และ BHA

Abstract

The extraction of vitamin E from rice bran oil deodorizer distillate with distillate to acetonitrile ratios of 1:4 w/v by winterization at temperatures of 0 and -20°C respectively, purified extracted vitamin E by cold saponification. Vitamin E concentration in the extract was determined using Reversed-phase HPLC. The concentration of extracted vitamin E was 6,788.186±55.039 mg/kg. The maximum DPPH scavenging effect of 0.1 mg/kg extracted vitamin E was 98.178±0.004% and significantly ($p \leq 0.05$) greater than synthetic α-tocopherol, BHT, TBHQ and BHA respectively. According to the methods of reducing power and ferric thiocyanate, the extract with vitamin E concentration of 0.1 mg/kg could inhibit the peroxidation of linoleic more than 90% in 24 hours. The antioxidative properties and superoxide scavenging activity of the extracted vitamin E was significantly ($p \leq 0.05$) greater than synthetic α-tocopherol, BHT, TBHQ and BHA respectively.

Keyword : Extraction, Vitamin E, Tocopherol, Distillate of rice bran oil, BHT, TBHQ and BHA

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* Linn.) เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของเอเชีย จึงทำให้ข้าวเป็นอาหารที่สำคัญที่สุดของคนในเอเชีย ผลิตภัณฑ์หลักจากการสีข้าวคือเมล็ดข้าว (endosperm) ซึ่งมีประมาณ 70% และผลพลอยได้จากการสีข้าวประกอบด้วย แกลบข้าว (rice husk) 20% ซึ่งเป็นเปลือกของข้าวสาร รำข้าว (rice bran) 8% และจมูกข้าว (rice germ) 2% รำข้าวเป็นแหล่งผลิตน้ำมันรำข้าวหรือนำไปขายเป็นอาหารสัตว์ (Hoed *et al*., 2006)

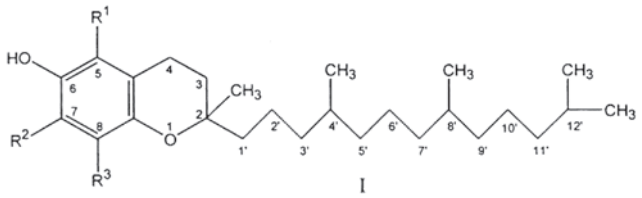
รำข้าว หมายถึง ส่วนเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด นิวเซลลัส ชั้นแอลิวโรน ชั้นซับแอลิวโรน และคัพภะของเมล็ดข้าว (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547) รำข้าวได้จากการสีข้าว ซึ่งจะได้ประมาณ 8-10% ของน้ำหนักข้าวเปลือกทั้งหมด (นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และเรวดี จงสุวัฒน์, 2545) องค์ประกอบของรำข้าวขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของข้าว เทคนิคการสีข้าว และวิธีการทำให้เกิดความเสถียร (stabilization) ของข้าว รำข้าวเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (natural antioxidant) ที่สำคัญ ได้แก่ โทโคเฟอรอล (tocopherol) โทโคไตรอีนอล (tocotrienol) และโอรีซานอล (oryzanols) รำข้าวสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้โดยเฉพาะในส่วนของ low-density lipoprotein (LDL) ทำให้ลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ นอกจากนี้ ยังสามารถลดการเกิดของนิ่วในร่างกายได้ (Iqbal *et al*., 2005)

ดิสทิลเลต (distillate) จากน้ำมันรำข้าวดิบ เป็นส่วนที่ได้จากกระบวนการกำจัดกลิ่น (deodorization) ซึ่งเป็นกระบวนการกำจัดสารที่ให้กลิ่นและรสชาติในน้ำมันรำข้าวของกระบวนการผลิตน้ำมันรำข้าวบริโภค ดิสทิลเลตประกอบด้วย สเตอรอล (sterol) กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) สควอลีน (squalene) และวิตามินอีทั้งโทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอล (Verleyen, 2001) องค์ประกอบหลักของดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบคือกรดไขมันอิสระและสารที่ซาพอนิไฟน์ไม่ได้ ส่วนไฟโตสเตอรอล (phytosterols) พบค่อนข้างสูงประมาณ 14.8% และองค์ประกอบของสเตอรอลที่พบในดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวนั้นแตกต่างจากที่พบในน้ำมันรำข้าว เช่น δ^5 - unsaturated 4-desmethylsterols (campesterol, stigmasterol และ β-sitosterol) พบในดิสทิลเลตสูงมากประมาณ 70% ของสเตอรอลรวมทั้งหมด (Hoed *et al*., 2006)

ดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบมีความเข้มข้นของวิตามินอีรวม โทโคเฟอรอลรวม และ โทโคไตรอีนอลรวมเท่ากับ 31.5, 14.9 และ 16.6 mg/g ตามลำดับ (Ko *et al*., 2008) หรือดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบมีความเข้มข้นของวิตามินอีรวมเท่ากับ 19.4 mg/g (ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ, 2550) และ วราพร พงศ์ธรกุลพานิช (2543) พบแอลฟา-โทโคเฟอรอล (α-tocopherol) และแกมมา-โทโคเฟอรอล (γ-tocopherol) ในดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบประมาณ 2,001 และ 3,414% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณในน้ำมันรำข้าวดิบ (crude rice bran oil) 100% ซึ่งดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบมีความเข้มข้นของวิตามินอีรวม โทโคเฟอรอลรวม และโทโคไตรอีนอลรวมมากกว่าปริมาณความเข้มข้นของวิตามินอีรวมในน้ำมันรำข้าวดิบ 15.8 เท่าตัว โดยมีอยู่ในปริมาณ 1.5-2.0 mg/g (Cherukuri *et al*., 1999) และในปัจจุบันดิสทิลเลตได้ถูกนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าไม่มากนัก เช่น นำไปขายเป็นอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมสบู่ หรือนำไปจำหน่ายในราคาถูก

วิตามินอี คือ จุลธาตุอาหาร (*micronutrient*) หรือสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อร่างกายที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ละลายได้ดีในไขมันและน้ำมัน วิตามินอีประกอบด้วยอนุพันธ์ของแอลฟา-, เบตา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล (α-, β-, γ-, and δ-tocopherol) และอนุพันธ์ของ แอลฟา-, เบตา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคไตรอีนอล (α-, β-, γ-, and δ-tocotrienol) ดังรูป 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งในโครงสร้างของวงแหวน 6-chromanol ของกลุ่มโทโคเฟอรอลจะถูกแทนที่ด้วยหมู่เมทิล (methyl group) ที่ตำแหน่ง 5, 7 และ 8 โดยที่ตำแหน่งที่ 2 เป็น C16 saturated side chain ส่วนกลุ่มโทโคไตรอีนอลนั้นจะมีพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 3’, 7’ และ 11’ ของ side chain ซึ่งโทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอลในรูปแบบเฉพาะต่าง ๆ นั้นจะแตกต่างกันที่จำนวนและตำแหน่งของหมู่เมทิลบนวงแหวน 6-chromanol โดยแอลฟา-โทโคเฟอรอลและแอลฟา-โทโคไตรอีนอลนั้นจะถูกแทนที่ด้วยหมู่เมทิล 3 หมู่ เบตา-โทโคเฟอรอล เบตา-

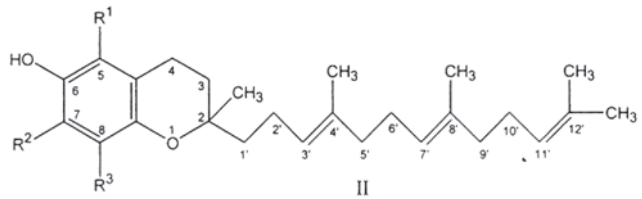
โทโคไตรอีนอล แกมมา-โทโคเฟอรอล และแกมมา-โทโคไตรอีนอลจะถูกแทนที่ด้วยหมู่เมทิล 2 หมู่ และเดลตา-โทโคเฟอรอล และเดลตา-โทโคไตรอีนอลจะถูกแทนที่ด้วยหมู่เมทิล 1 หมู่ (Yoshida *et al.*, 2007, Eitenmiller and Lee, 2004)



I

$R^1 = R^2 = R^3 = H$	Tocol
$R^1 = R^2 = R^3 = CH_3$	α–Tocopherol
$R^1 = R^3 = CH_3; R^2 = H$	β-Tocopherol
$R^1 = H; R^2 = R^3 = CH_3$	γ–Tocopherol
$R^1 = R^2 = H; R^3 = CH_3$	δ-Tocopherol

รูป 1 แอลฟา-, เบตา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล
ที่มา : Eitenmiller and Lee (2004)



II

$R^1 = R^2 = R^3 = H$	Tocotrienol
$R^1 = R^2 = R^3 = CH_3$	α–Tocotrienol
$R^1 = R^3 = CH_3; R^2 = H$	β-Tocotrienol
$R^1 = H; R^2 = R^3 = CH_3$	γ–Tocotrienol
$R^1 = R^2 = H; R^3 = CH_3$	δ-Tocotrienol

รูป 2 แอลฟา-, เบตา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคไตรอีนอล
ที่มา : Eitenmiller and Lee (2004)

วิตามินอีมีลักษณะเป็นน้ำมันข้นหนืด สีเหลือง ละลายได้ดีในน้ำมัน มีสูตรโมเลกุล $C_{29}H_{50}O_2$ มวลโมเลกุล 430 g/mol (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2548) วิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ ที่มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง โดยแอลฟา-โทโคเฟอรอล เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่า เบตา-โทโคเฟอรอล แอลฟา-โทโคไตรอีนอล แกมมา-โทโคเฟอรอล เบตา-โทโคไตรอีนอล และเดลตา-โทโคเฟอรอล ตามลำดับ (Cheong *et al.,* 2008) ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยต้องนำวิตามินอีเข้าจากต่างประเทศในราคาสูงมาก โทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอล เป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญในการเก็บรักษาอาหาร และการป้องกันโรค ซึ่งโทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอลสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของเอซิลกลีเซอรอล (acylglycerol peroxidation) โดยการจับกับอนุมูลอิสระ สามารถยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ มีฤทธิ์เป็น

สารต้านมะเร็ง เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ โทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอล ยังทำหน้าที่เป็นสารต่อต้านการจับตัวแข็งของเลือดมีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูสภาพผิวหนัง และสามารถป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ในผู้สูงอายุได้ (Chu *et al*., 2003) นอกจากนี้ แอลฟา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล สามารถลดการอักเสบเนื่องมาจากกระบวนการสร้างหลอดเลือดใหม่ ๆ ของก้อนมะเร็ง (inflammatoryangiogenesis) ใน microvascular endothelial cells ของมนุษย์ (Wells *et al.,* 2010) แอลฟา-โทโคเฟอรอล เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ที่พบภายในเซลล์ (intracellular antioxidant) เนื่องจากแอลฟา-โทโคเฟอรอล มีสมบัติในการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid) ในเยื่อหุ้มของสิ่งมีชีวิต (biological membrane) (Choi and Lee, 2009) นอกจากนี้ แอลฟา-โทโคเฟอรอล ยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดที่สามารถหยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain-breaking antioxidant) และเป็นตัวเหนี่ยวนำเอนไซม์ในเฟสที่ 2 (phase II enzyme inducer) ที่มีผลปกป้องภาวะถูกออกซิไดซ์เกินสมดุลที่เหนี่ยวนำมาจากสารอะโครลีน (acrolein-induced oxidative stress) และการทำงานผิดปกติของไมโทคอนเดรียในเซลล์เยื่อบุจอตาชั้นนอก (retinal pigment epithelial cells) ของมนุษย์ (Feng *et al*., 2010)

สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ ได้แก่ BHT และ BHA ซึ่งใช้มากในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอาง มีฤทธิ์ทำลายตับ และเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้น สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติจึงมีบทบาทสำคัญในการทำลาย reactive oxygen species และอนุมูลอิสระอื่น ๆ ส่งผลให้โรคต่าง ๆ และการหืนของอาหารเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันนั้นเกิดขึ้นได้ช้าลง (Senevirathne *et al.*, 2006)

ในปัจจุบันสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติยังคงมีราคาแพง และมีข้อจำกัดต่อการใช้ในผลิตภัณฑ์บางประเภทมากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ซึ่งสามารถใช้ได้ในวงกว้างกว่า แต่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) อยู่ในระดับกลางถึงสูง ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาตินั้นมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วงกว้าง และได้รับการยอมรับว่าเป็นสารที่ไม่เป็นอันตราย มีแนวโน้มที่จะมีการใช้เพิ่มมากขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติยังมีความสามารถในการละลายได้ในช่วงกว้าง และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมมากขึ้น แต่สำหรับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์นั้นมีรายงานพบว่าเป็นสารก่อมะเร็ง นอกจากนี้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ยังมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ ปัจจุบันสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์จึงได้รับความสนใจที่นำมาใช้ลดลง (Pokorny *et al.,* 2001)

การแยกวิตามินอี สามารถแยกได้จากวัตถุดิบหลายชนิด และแยกโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายอุณหภูมิต่ำ (low temperature solvent extraction) (Ko *et al*., 2008; ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ, 2550) การใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction) (Chen and Bergman 2005; Delgado-Zamaneno *et al*., 2004; Almeida *et al*., 2001) การไฮโดรไลซิสด้วยด่าง (saponification) (Kim 2005; Park *et al*., 2004; Ryynanen *et al*., 2004; Almeida *et al*., 2001) วิธี enzymatic hydrolysis neutralization (Chu *et al*., 2002) โมเลคิวลาร์ ดิสทิลเลชัน (molecular distillation) (Qureshi *et al*., 1997) และวิธีซูเปอร์คริทิคอลฟลูอิดโครมาโทรกราฟฟี (supercritical fluid chromatography) (Mendes *et al*., 2005; Szulczewska-Remi *et al*., 2004; Mendes *et al*., 2002; Carlucci *et al*., 2001; Hadolin *et al*., 2001) เป็นต้น

Ko *et al.* (2008) ได้ศึกษาการสกัดวิตามินอีทั้งโทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอลจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว โดยใช้ตัวทำละลายอะซีโตไนไตรล์ที่อุณหภูมิ -40°C และเวลาในการสกัดเท่ากับ 24 ชั่วโมง ได้วิตามินอีรวม (แอลฟา-, เบตา-, แกมมา-, และเดลตา-โทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอล) เท่ากับ 89.9 mg/g ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ (2550) ได้ศึกษาการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว โดยใช้เฮกเซนที่อุณหภูมิต่ำด้วยเครื่องสกัดต้นแบบ (พัชรินทร์ ระวียัน และคณะ, 2551) (ใช้สำหรับการสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบและวิตามินอีจากดิสทิลเลต

ของน้ำมันปาล์ม) โดยใช้อัตราส่วนของดิสทิลเลตต่อเฮกเซน เท่ากับ 1:4 (w/v) อุณหภูมิ -10°C และอัตราการกวน 500 รอบต่อนาที ซึ่งจะได้ค่าความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลอนุพันธ์แอลฟา เบตา แกมมา และเดลตา และโทโคไตรอีนอลอนุพันธ์แอลฟา แกมมา และเดลตา ตลอดจนวิตามินอีรวม เท่ากับ 2843.74, 149.28, 2039.59, 215.37, 622.03, 8079.52, 668.98 และ 14618.51 mg/kg ตามลำดับ และมีค่า relative recovery เท่ากับ 81.8, 89.7, 83.2, 92.6, 81.1, 82.4, 91.4 และ 82.9% ตามลำดับ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการสกัดวิตามินอี และหาสภาวะการสกัดที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นวิธีการสกัดอย่างง่าย และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และในงานวิจัยนี้ยังศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบ เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเพิ่มมูลค่าของการผลิตน้ำมันรำข้าวเพื่อการส่งออก ลดการนำเข้าวิตามินอีจากต่างประเทศ ทดแทนการใช้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ และยังเป็นการลดต้นทุนในการสกัดวิตามินอีอีกด้วย

ระเบียบวิธีวิจัย

วัตถุดิบ

ดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว (บริษัทน้ำมันบริโภคไทย จำกัด, ประเทศไทย)

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาอัตราส่วนระหว่างดิสทิลเลตกับอะซิโตไนไตรล์ ที่เหมาะสมในการสกัดแอลฟา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว โดยวิธี winterization

ทำการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวด้วยตัวทำละลายอะซิโตไนไตร์ (Ko *et al*., 2008) ด้วยวิธี winterization โดยใช้สารผสมที่มีอัตราส่วนของดิสทิลเลตต่ออะซิโตไนไตรล์ เท่ากับ 1:1, 1:2, 1:3 และ 1:4 (w/v) โดยในแต่ละอัตราส่วนจะใช้อะซิโตไนไตรล์ที่อุณหภูมิ 0 และ -20°C ตามลำดับ ทำบริสุทธิ์สารสกัดที่ได้ด้วยการทำซาพอนิฟิเคชันแบบเย็น (cold saponification) (AOCS, 1997) วิเคราะห์หาปริมาณ แอลฟา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล ด้วยเทคนิค Reversed-phase HPLC (RP- HPLC) (Rangkadilok *et al*., 2010)

2. ศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระ (scavenging activity) และสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant activity) ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

2.1 ศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระ (scavenging activity) 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว และเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ คือ แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT) และ *tert*-butylhydroquinone (TBHQ)

นำสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization มาศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) โดยนำวิตามินอีและสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (แอลฟา-โทโคเฟอรอล, BHA, BHT และ TBHQ) ละลายในส่วนผสมของคลอโรฟอร์ม และเมทานอลในอัตราส่วน 2:1 (v/v) และเติมลงไปในสารละลายของ DPPH radical ในเมทานอลเข้มข้น 0.2 mM นำส่วนผสม

ไปตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปวิเคราะห์สมบัติการจับอนุมูลอิสระ degree of free radical scavenging activity โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm (Kim, 2005)

2.2 การวิเคราะห์ค่า reducing power ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization

นำสารละลายตัวอย่างวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้ อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization มาศึกษาสมบัติ reducing power โดยผสมกับฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 M pH 6.6 และโพแทสเซียมเฟอริคไซยาไนด์ ($K_3Fe(CN)_6$) 1%w/v นำสารละลายผสมไปบ่มที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 20 นาที มาเติม 10%v/v trichloroacetic acid นำไปเหวี่ยงแยกที่ 4,500 รอบต่อนาที ที่ 25°C เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายส่วนบนมาผสมกับน้ำกลั่น และเฟอริคคลอไรด์ ($FeCl_3$) 0.1%w/v นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 nm (Kim, 2005)

2.3 ศึกษาสมบัติการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant activity) ในปฏิกิริยาการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization โดย ferric thiocyanate method และวิเคราะห์ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ โดยวิธี thiobarbituric acid เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHA, BHT และ TBHQ)

นำวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization มาศึกษาสมบัติการต้านการเกิดออกซิเดชัน ในปฏิกิริยาการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก โดยเติมสารอิมัลชันของกรดลิโนเลอิก 0.02 M pH 7.0 และฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 M pH 7.0 ลงไปในสารละลายของวิตามินอีที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 5 วัน ทำการวัดค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) ทุก ๆ 24 ชั่วโมง ด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 nm และมาวิเคราะห์ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ด้วยวิธี thiobarbituric acid test โดยนำสารละลายตัวอย่างวิตามินอีผสมกับสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก 20%v/v และสารละลายกรดไทโอบาบิทิวริก วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 nm (Kim, 2005)

2.4 สมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide radical scavenging activity) ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization โดยศึกษาที่ความเข้มข้นของสารสกัดวิตามินอีที่มีค่า reducing power สูง และค่าการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่วัดโดย ferric thiocyanate method และ thiobarbituric acid test ที่มีค่าสูงสุด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHA, BHT และ TBHQ)

ผสมส่วนผสมของการทำปฏิกิริยา ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมคาร์บอเนตบัฟเฟอร์ 0.05 M pH 10.5 แซนทีน 3 mM เกลือเอธิลีน ไดอะมีนเตตระอะซีติคแอซิดไดโซเดียม (EDTA2Na) 3 mM โบวีนซีรัมอัลบูมิน 0.15% nitroblue tetrazolium salt (NBT) 0.75 mM และสารละลายตัวอย่างวิตามินอีอิมัลชัน 0.1 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเริ่มปฏิกิริยาโดยการเติม 6 mU ของ แซนทีนออกซิเดส (xanthine oxidase : XOD) และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 10 นาที หยุดปฏิกิริยาโดยการเติมคอปเปอร์คลอไรด์ ($CuCl_2$) 6 mM วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 nm (Senevirathne *et al*., 2006; Kim, 2005; และ Nagai *et al*., 2003)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. ศึกษาอัตราส่วนระหว่างดิสทิลเลตกับอะซิโตไนไตรล์ที่เหมาะสมในการสกัดแอลฟา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว โดยวิธี winterization

การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวด้วยตัวทำละลายอะซิโตไนไตรล์ที่อุณหภูมิต่ำด้วยวิธี winterization ที่อุณหภูมิ 0°C และ -20°C ตามลำดับ โดยผสมดิสทิลเลตต่ออะซิโตไนไตรล์ที่อัตราส่วน 1:4 (w/v) ทำบริสุทธิ์สารสกัดที่ได้ด้วยการทำซาพอนิฟิเคชันแบบเย็น (cold saponification) (AOCS, 1997) วิเคราะห์ความเข้มข้นของวิตามินอีด้วยเทคนิค RP-HPLC (Reversed-phase high performance liquid chromatography) (Rangkadilok *et al*., 2010) สามารถสกัดวิตามินอีที่มีความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลรวมมากที่สุด ซึ่งมีความเข้มข้นของแอลฟา-, แกมมา-, เดลตา-โทโคเฟอรอล และโทโคเฟอรอลรวมเท่ากับ 3,999.977±45.732, 1,901.207±9.335, 887.002±4.049 และ 6,788.186±55.039 (mg/kg) ตามลำดับ ความเข้มข้นของแอลฟา-, แกมมา-, เดลตา-โทโคเฟอรอล, และโทโคเฟอรอลรวม (mg/kg) ที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวด้วยวิธี winterization ที่อัตราส่วนของดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบต่ออะซิโตไนไตรล์ในอัตราส่วน 1:1, 1:2, 1:3, และ 1:4 แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ความเข้มข้น (mg/kg) ของแอลฟา-, แกมมา-, เดลตา-โทโคเฟอรอล และโทโคเฟอรอลรวม ที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่อัตราส่วนของดิสทิลเลต : อะซิโตรไนไตรล์แตกต่างกัน

ดิสทิลเลต : อะซิโตรไนไตรล์	ความเข้มข้น (mg/kg)			
	แอลฟา-โทโคเฟอรอล	แกมมา-โทโคเฟอรอล	เดลตา-โทโคเฟอรอล	โทโคเฟอรอลรวม
1:1	1,577.572±33.653	980.140±10.751	387.753±1.611	2,945.465±32.946
1:2	2,072.096±68.895	1,175.588±7.279	503.415±3.208	3,751.099±65.461
1:3	3,810.748±84.209	1,438.396±9.252	668.159±2.976	5,583.223±88.742
1:4	3,999.977±45.732	1,901.207±9.335	887.002±4.049	6,788.186±55.039
ดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวดิบ	1,098.35±1.712	598.044±7.266	322.318±11.268	2,018.713±18.869

การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวด้วยตัวทำละลายอะซิโตไนไตรล์ที่อุณหภูมิต่ำด้วยวิธี winterization ที่อุณหภูมิ 0°C และ -20°C ตามลำดับ ของงานวิจัยนี้ได้ความเข้มข้นของแอลฟา-, แกมมา-, และเดลตา-โทโคเฟอรอลรวม เท่ากับ 6,788.186±55.039 (mg/kg) เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Ko *et al.* (2008) ได้ใช้อัตราส่วนของดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวต่ออะซิโตไนไตรล์สูงถึง 1:20 (w/v) และอุณหภูมิในการสกัดที่ -20 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว โดยได้ความเข้มข้นของแอลฟา-, แกมมา-, และ เดลตา- โทโคเฟอรอลรวม มากที่สุด เท่ากับ 21,000 mg/kg ถึงแม้ว่าการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยวิธี winterization ที่อุณหภูมิ 0 และ -20 °C ตามลำดับ ในงานวิจัยฉบับนี้จะได้ความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลรวม (แอลฟา-, แกมมา-, และ เดลตา-โทโคเฟอรอล) น้อยกว่าการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวของ Ko *et al.* (2008) แต่งานวิจัยฉบับนี้ใช้อัตราส่วนของดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวต่ออะซิโตไนไตรล์

เท่ากับ 1:4 (w/v) และอุณหภูมิในการสกัดที่ 0 และ -20 °C ตามลำดับ โดยระยะเวลาในการสกัดที่แต่ละอุณหภูมิเพียง 2 ชั่วโมงเท่านั้น การกรองสารสกัดที่ได้ทุกขั้นตอนมีการควบคุมอุณหภูมิที่ -22 °C จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาทำบริสุทธิ์ด้วยวิธี cold saponification ก่อนการวิเคราะห์ด้วย HPLC

นอกจากนี้ ความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลอนุพันธ์ต่าง ๆ ที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวด้วยตัวทำละลายอะซิโตรไนไตรล์ที่อุณหภูมิ 0 และ -20 °C ของงานวิจัยนี้ มีค่ามากกว่าความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลอนุพันธ์ต่าง ๆ ที่สกัดจากรำข้าวโดยการไฮโดรไลซิสด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 80% โดยพบว่ารำข้าวมีปริมาณแอลฟา- และแกมมา-โทโคเฟอรอลเท่ากับ 68.29 และ 40.05 mg/kg ตามลำดับ และมีปริมาณแอลฟา- และแกมมา-โทโคไตรอีนอลเท่ากับ 78.71 และ 98.24 mg/kg ตามลำดับ (Kim, 2005) นอกจากนี้ การสกัดวิตามินอีจากน้ำมันรำข้าวด้วยของไหลเหนือวิกฤตที่อุณหภูมิ 40°C และความดัน 200 bar พบว่าปริมาณความเข้มข้นของวิตามินอีรวมที่สกัดได้มีค่าเท่ากับ 9,391.2 mg/kg (Sarmento *et al*., 2006) และการสกัดวิตามินอีจากน้ำมันรำข้าวด้วยแอลกอฮอล์ที่อุณหภูมิ 25-77°C พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของวิตามินอีรวมเท่ากับ 4,000 mg/kg (Cherukuri *et al*., 1999)

2. ศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระ (scavenging activity) และสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant activity) ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

2.1 ศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระ (scavenging activity) 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว และเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ ได้แก่ แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT) และ *tert*-butylhydroquinone (TBHQ) (Kim, 2005)

สารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวด้วยวิธี winterization ที่อัตราส่วนของดิสทิลเลตต่ออะซิโตไนไตรล์เท่ากับ 1:4 ที่ความเข้มข้น 0.1 mg/kg มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ดีที่สุด โดยให้ค่า DPPH scavenging effect (%) สูงที่สุด เท่ากับ 98.178±0.004% ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของวิตามินอีที่ต่ำที่สุดที่ให้ค่า DPPH scavenging effect (%) สูงที่สุด และมีค่าคงที่ถึงแม้ความเข้มข้นของวิตามินอีเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าว โดยการไฮโดรไลซิสด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 80% พบว่าต้องใช้ความเข้มข้นของวิตามินอีถึง 160 mg/kg จึงจะสามารถจับอนุมูลอิสระ 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl ได้เท่ากับ 95.170±0.284% (Kim, 2005) เนื่องจากวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวของ Kim (2005) ประกอบด้วยแอลฟา- และแกมมา-โทโคเฟอรอล เท่ากับ 68.29 และ 40.05 mg/kg ตามลำดับ จึงทำให้ Kim (2005) ต้องใช้ความเข้มข้นของวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวสูงกว่าวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว นอกจากนี้ ในงานวิจัยนี้ วิตามินอีที่สกัดได้ยังมีค่า DPPH scavenging effect (%) สูงกว่า Iqbal และคณะ (2005) โดยพบว่าสารสกัดจากรำเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศปากีสถาน มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl ได้เท่ากับ 51-79% โดยสารสกัดจากรำเมล็ดข้าวสาลีมีปริมาณของโทโคเฟอรอล เท่ากับ 22-26 mg/kg และโทโคไตรอีนอล เท่ากับ 59-74 mg/kg

นอกจากนี้ที่ความเข้มข้น 0.1 mg/kg วิตามินอีที่สกัดได้ยังมีค่า DPPH scavenging effect (%) มากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ BHT, TBHQ และ BHA มีค่า DPPH scavenging effect (%) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งจากการศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH ในเมทานอลเข้มข้น 0.2 mM ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้น 0.1 mg/kg พบว่ามีค่าความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA) มาก เนื่องจาก

สารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้นั้นนอกจากจะประกอบด้วยโทโคเฟอรอลอนุพันธ์ต่าง ๆ แล้วยังมี แอลฟา-, เบตา-, แกมมา- และ เดลตา-โทโคไตรอีนอล เป็นองค์ประกอบด้วย อีกทั้งในดิสทิลเลตยังมีโอรีซานอล (oryzanol) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญที่พบเฉพาะในรำข้าว (Lerma-García *et al*., 2009, Zigoneanu *et al*., 2008, Wilson *et al.,* 2007, and Zhou *et al*., 2002) อีกด้วย และนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยพบว่า แอลฟา-โทโคเฟอรอลมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่า BHT มาก ๆ เนื่องจากมีค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยาอันดับที่สอง (second-order rate constants) ของปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระ DPPH และสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าอีกด้วย (Suja *et al.,* 2004) ซึ่ง Suja *et al.* (2004) ได้ศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH ของสารประกอบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในงา (*Sesamum indicum* L.) พบว่า ค่าคงที่อัตราของปฏิกิริยาอันดับที่สอง (second-order rate constants) ของปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระ DPPH และสารต้านอนุมูลอิสระของ sesamol (สารต้านอนุมูลอิสระในงา) มีค่ามากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอล และ BHT ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 4.00, 3.71 และ 0.37 $\mu M^{-1}S^{-1} \times 10^{-5}$ ตามลำดับ ทำให้ sesamol มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอล และ BHT ตามลำดับ โดยทั้ง sesamol และแอลฟา-โทโคเฟอรอลมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่า BHT มาก ๆ นอกจากนี้สารละลายอนุมูลอิสระ DPPH ในเมทานอลที่มีความเข้มข้น 0.2 mM ในงานวิจัยนี้มีความเข้มข้นมากกว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA) ทำให้มีค่า DPPH scavenging effect (%) น้อยกว่า สารสกัดวิตามินอีมาก นอกจากนี้ Papuc *et al*. (2008) พบว่า สารสกัดจาก sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) ที่สกัดด้วยเอทานอล มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH (ความเข้มข้น 6 mM) มากกว่าสารสกัดจาก sea buckthorn ด้วยตัวทำละลายผสมของน้ำและอะซีโตน และมากกว่า BHA และ BHT ตามลำดับโดยมีค่าเท่ากับ 94.7±3.2%, 74.7±2.6%, 54.8±2.4% และ 50.2±3.3% ตามลำดับ

2.2 การวิเคราะห์ค่า reducing power ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization

ค่าความสามารถของการรีดิวส์ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้แปรผันตามความเข้มข้นของวิตามินอีที่เพิ่มขึ้น และมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มข้นของวิตามินอี 0.1 mg/kg มีความสามารถในการรีดิวส์ได้สูงที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Kim (2005) พบว่าวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวโดยการไฮโดรไลซิสด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 80% นั้นจะใช้ความเข้มข้นเท่ากับ 160 mg/kg จึงจะมีความสามารถในการรีดิวส์ได้สูงใกล้เคียงกันกับความสามารถในการรีดิวส์ของวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยวิธี winterization ในการศึกษานี้ หรือวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้เฮกเซนที่อุณหภูมิต่ำ (ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ, 2550) ต้องใช้ความเข้มข้นของวิตามินอีเท่ากับ 10 mg/kg จึงจะมีความสามารถในการรีดิวส์ได้สูงใกล้เคียงกันกับความสามารถในการรีดิวส์ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยวิธี winterization ในการศึกษานี้

2.3 ศึกษาสมบัติต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant activity) ในปฏิกิริยาการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization โดย ferric thiocyanate method และวิเคราะห์ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์โดยวิธี thiobarbituric acid เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHA, BHT และ TBHQ)

สารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้นเพียง 0.1 mg/kg สามารถยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ได้มากกว่า 90% ภายใน 24 ชั่วโมง ความสามารถในการรีดิวส์ของสารสกัดวิตามินอี

ที่สกัดได้มีความสัมพันธ์กับการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ 99.03% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Kim (2005) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่างความสามารถในการรีดิวส์กับการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ (%) เท่ากับ 0.9953 แสดงว่าความสามารถในการรีดิวส์ของวิตามินอีที่สกัดได้มีความสัมพันธ์กับการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ (%) เท่ากับ 99.53%

สมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่ความเข้มข้น 0.1 mg/kg ของสารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้ เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ พบว่า วิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว โดยวิธี winterization มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ (%) สูงที่สุด รองลงมาคือแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 98.5±0.01, 74.2±0.04, 72.5±0.03, 71.6±0.02 และ 59.9±0.03 ตามลำดับ ณ วันที่ 4 ของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 การยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่าง ๆ

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	การยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ (%) ของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่าง ๆ				
	BHA	BHT	TBHQ	α-tocopherol	วิตามินอีที่สกัดได้
0	6.5±0.05	10.6±0.01	8.8±0.02	14.7±0.01	19.7±0.01
1	53.8±0.03	60.0±0.02	59.6±0.03	65.2±0.01	91.7±0.03
2	56.1±0.02	68.1±0.01	67.7±0.01	69.1±0.03	94.7±0.02
3	57.7±0.01	70.3±0.04	70.1±0.01	71.7±0.02	96.9±0.01
4	59.9±0.03	72.5±0.03	71.6±0.02	74.2±0.04	98.5±0.01
5	54.7±0.02	69.1±0.02	67.7±0.03	72.5±0.03	98.6±0.01

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Naima *et al.* (2011) พบว่าสารสกัดจากพืช *Origanum glandulosum* ทางตอนเหนือของประเทศอัลจีเรีย ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบฟีโนลิก (phenolic compound) กรดฟีโนลิก และ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) มีสมบัติการจับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เท่ากับ 60.78% ซึ่งสูงกว่า BHT, แอลฟา-โทโคเฟอรอล และ BHA ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 25, 23 และ 19% ตามลำดับ และยังพบว่าสารสกัดจากพืชดังกล่าวมีความสามารถในการจับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มากกว่าการจับอนุมูลอิสระ DPPH อีกด้วย สาร catechin ในชาเขียว แอลฟา-โทโคเฟอรอล และ เควอซิทิน (quercetin) ยังมีสมบัติการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลและเบตา-ซิโทสเตอรอล (β-sitosterol) สูงกว่า BHT (Xu *et al*., 2009) นอกจากนี้สาร catechins ในชาเขียวยังมีฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของ conjugated linolenic acid มากกว่า BHT (Yang *et al.,* 2009) หรือสารสกัดจาก rosemary มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันได้มากกว่า BHA และ BHT โดยการรักษาค่า thiobarbutyric acid-reactive substance (TBARS) ให้ต่ำในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกดิบแช่แข็ง (Sebranek *et al.,* 2005)

สารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.1 mg/kg มีฤทธิ์การต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของวิตามินอีโดยการยับยั้งการเกิดมาลอนไดอัลดีไฮด์ (ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา

ออกซิเดชันอันดับที่สอง) ที่มีค่าสูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 nm ต่ำที่สุด แสดงว่าสามารถยับยั้งมาลอนไดอัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นได้สูงที่สุด โดยสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่มีฤทธิ์การต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันรองลงมาคือ แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของมาลอนไดอัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นในแต่ละสิ่งทดลองนั้นได้นำมาเปรียบเทียบกับวิธีวิเคราะห์ด้วยวิธีเฟอริกไทโอไซยาเนต ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันกับวิธีวิเคราะห์ด้วยวิธีเฟอริกไทโอไซยาเนต โดยพบว่า สารสกัดวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความแรงมากกว่าในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกเมื่อเปรียบเทียบกับ แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิตามินอีที่สกัดได้นั้น มีระดับของปริมาณโทโคไตรอีนอลสูงกว่า หรืออาจเป็นผลของ synergistic effect ของโทโคเฟอรอลและโทโคไตรอีนอล นอกจากนี้โทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอลมีความสามารถในการแทรกแซงปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ของอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการให้ฟีโนลิกไฮโดรเจนกับอนุมูลเพอร์รอกซีของไขมัน (lipid peroxy radical) แต่อย่างไรก็ตาม โทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอลมีระดับของการต้านอนุมูลอิสระมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอาหาร และระบบของสิ่งมีชีวิต (Kim, 2005)

Kim (2005) ได้ศึกษาสมบัติการยับยั้งการเกิดมาลอนไดอัลดีไฮด์ของวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ของ Sigma aldrich และสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA, BHT, TBHQ และ PG) ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 160 mg/kg ในกรดลิโนเลอิก ณ วันที่ 5 ของการบ่มโดยวิธีทดสอบด้วยกรดไทโอบาบิทิวลิก พบว่าสมบัติการยับยั้งมาลอนอัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นโดยวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ BHT และ BHA

2.4 สมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide radical scavenging activity) ของวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้อะซิโตไนไตรล์ด้วยวิธี winterization โดยศึกษาที่ความเข้มข้นของวิตามินอีที่มีค่า reducing power สูง และค่าการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่วัดโดย ferric thiocyanate method และ thiobarbituric acid test ที่มีค่าสูงสุด เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHA, BHT และ TBHQ) (Senevirathne *et al*., 2006; Kim, 2005; และ Nagai *et al*., 2003)

การจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ของวิตามินอี ที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว เปรียบเทียบกับแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ และสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ ได้แก่ BHA, BHT และ TBHQ ที่ความเข้มข้น 0.1 mg/kg พบว่าวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT และ TBHQ มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์มากกว่า 50% โดยวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์สูงที่สุด รองลงมา คือ แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับ ซึ่ง BHT และ TBHQ มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังตาราง 3 โดยวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวในงานวิจัยนี้มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 68.7%

ตาราง 3 สมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ (%) ของวิตามินอีที่สกัดได้ เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 0.1 mg/kg

สารต้านอนุมูลอิสระ	การจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ (%)
BHA	48.6±0.8427
BHT	52.8±0.8626
TBHQ	51.4±0.7685
α-tocopherol	57.3±0.5237
วิตามินอีที่สกัดได้	68.7±0.6842

Kim (2005) ได้ศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ของวิตามินอีที่สกัดจากรำข้าว โดยใช้ปฏิกิริยารีดักชันของ NBT เปรียบเทียบกับแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ของ Sigma aldrich และสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ ได้แก่ BHA, BHT, TBHQ และ PG ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 160 mg/kg พบว่า BHT, BHA, TBHQ, PG แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ และวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์มากกว่า 50% โดย BHT, BHA และวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวของ Kim (2005) มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์สูงกว่า TBHQ, PG และแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ ซึ่ง BHT, BHA และวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยวิตามินอีที่สกัดได้จากรำข้าวของ Kim (2005) มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ ประมาณ 65.0% แต่วิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวในงานวิจัยนี้มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 68.7%

ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ (2550) ได้ศึกษาสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ของวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้เฮกเซนที่อุณหภูมิต่ำ เปรียบเทียบกับแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ของ Sigma aldrich และสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ ได้แก่ BHA, BHT, TBHQ และ PG ที่ความเข้มข้น 10 mg/kg ผลการศึกษาพบว่า วิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHA และ BHT มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์มากกว่า 50% โดยวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ และสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ชนิดอื่น ๆ โดยพบว่าวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์สูงที่สุด รองลงมา คือ BHA และแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ ซึ่ง BHA และแอลฟา- โทโคเฟอรอลสังเคราะห์มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับ BHT และยังพบว่า TBHQ และ PG มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์น้อยที่สุด และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ ณ ความเข้มข้น 0.1 mg/kg วิตามินอีที่สกัดได้มีค่า DPPH scavenging effect (%) มากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 98.2, 19.1, 10.1, 10.0 และ 9.8 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยที่ BHT, TBHQ และ BHA มีค่า DPPH scavenging effect (%) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ วิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวของงานวิจัยนี้ มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ (%) สูงที่สุด รองลงมาคือแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 98.5±0.01, 74.2±0.04, 72.5±0.03,

71.6±0.02 และ 59.9±0.03 ตามลำดับ ณ วันที่ 4 ของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก และวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวยังมีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์สูงที่สุด รองลงมา คือ แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับ ซึ่ง BHT และ TBHQ มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจาก TBHQ (2-(1,1-dimethylethyl)-1,4-benzenediol) มีประสิทธิภาพในการต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ ได้แก่ BHA (ส่วนผสมของ 2-tert-butyl-4-methoxyphenol และ 3-tert-butyl-4-methoxyphenol ซึ่งมากกว่า 90% จะอยู่ในรูป 3-isomer) และ BHT (2,6-di-tert-butyl-p-cresol หรือ 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methylphenol) เป็นต้น แต่ TBHQ มีความสามารถละลายในน้ำมันและไขมันได้ปานกลาง (5-10%) ส่วน BHT จะให้ประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันได้ต่ำกว่า BHA เนื่องจากมีหมู่ tert-butyl อยู่รอบหมู่ไฮดรอกซิลถึง 2 หมู่ อีกทั้งในสภาวะที่มีเหล็กอยู่ด้วย BHT อาจจะทำให้เกิดสีเหลืองในผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากเกิดการสร้างสาร stilbenequinone ขึ้น ซึ่ง BHA สามารถละลายได้ดีในน้ำมันและไขมัน แต่ BHT สามารถละลายในน้ำมันและไขมันได้ดีกว่า BHA (โอภา วัชระคุปต์, 2549 และ JECFA, 2005) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงพบว่า BHT และ TBHQ มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระต่าง ๆ ดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่ามากกว่า BHA อีกด้วย แต่สำหรับวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวของงานวิจัยนี้ มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH และอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ ตลอดจนสมบัติการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันสูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ทั้งแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) อาจมีผลร่วมมาจากสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของโทโคไตรอีนอลอนุพันธ์ต่าง ๆ และโอรีซานอล (oryzanol) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญที่พบมากในดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว

Kim (2005) ได้ศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และแอนติออกซิแดนท์แอคติวิตีของวิตามินอีในรำข้าว โดยวัดค่าการต้านอนุมูลอิสระของวิตามินอีต่ออนุมูลอิสระ 1,1-diphemyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH) ที่ความเข้มข้นของวิตามินในช่วง 2.5-640 mg/kg และศึกษาสมบัติความเป็นแอนติออกซิแดนท์ โดยการใช้ reducing power method และ ferric thiocyanate method (FTC) ที่ความเข้มข้น 0, 2.5, 10, 40 และ 160 mg/kg จากผลการทดลองพบว่าค่าการต้านอนุมูลอิสระของวิตามินอีเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของวิตามินอีเพิ่มสูงขึ้น และมีค่าคงที่ตั้งแต่ความเข้มข้นของวิตามินอีที่ 160 mg/kg ขึ้นไป นอกจากนี้ที่ความเข้มข้นของวิตามินอีที่ 160 mg/kg ยังมีค่าการยับยั้งการเกิด peroxidation ของกรดลิโนเลอิกสูง และเมื่อเปรียบเทียบวิตามินอีที่สกัดจากรำข้าวที่ความเข้มข้น 160 mg/kg กับสารประกอบฟีนอลสังเคราะห์ทั้ง butylated hydroxytoluene (BHT, 160 mg/kg) และ butylated hydroxyanisole (BHA, 160 mg/kg) พบว่าค่า Superoxide radical scavenging activity และ antioxidant activity ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

Gadow *et al.,* (1997) ได้ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ Aspalathin เปรียบเทียบกับสารประกอบฟีนอลใน Rooibos Tea (*Aspalathus linearis*) แอลฟา-โทโคเฟอรอล BHT และ BHA โดยวิธีการฟอกจางสีเบตา-แคโรทีน (β-carotene bleaching) การจับอนุมูลอิสระ DPPH (α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl) และ automated rancimat methods พบว่า BHT มีสมบัติการยับยั้งการฟอกจางสีของเบตา-แคโรทีนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า caffeic acid และ aspalathin มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH และมีอัตราการจับอนุมูลอิสระมากที่สุด ตามลำดับ aspalathin มีฤทธิ์การต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ BHT และแอลฟา-โทโคเฟอรอล แต่ aspalathin มีสมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่า BHT และแอลฟา-โทโคเฟอรอล

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สภาวะที่ดีที่สุด ในการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวคือ อัตราส่วนระหว่างดิสทิลเลตต่ออะซิโตไนไตรล์เท่ากับ 1:4 (w/v) สกัดที่อุณหภูมิ 0 และ -20°C ตามลำดับ ทำบริสุทธิ์สารสกัดที่ได้ด้วยการทำซาพอนิฟิเคชันแบบเย็น (cold saponification) วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีด้วยเทคนิค Reversed-phase HPLC พบว่า ความเข้มข้นของวิตามินอีรวม (แอลฟา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล) เท่ากับ 6,788.186±55.039 mg/kg วิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวเข้มข้น 0.1 mg/kg มีค่า DPPH scavenging effect สูงที่สุดเท่ากับ 98.178±0.004% และมากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์, BHT, TBHQ และ BHA ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และสามารถยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกได้มากกว่า 90% ภายในเวลา 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชันและความสามารถในการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์มากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย บริษัทน้ำมันบริโภคไทย จำกัด ที่สนับสนุนดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่สนับสนุนให้งานวิจัยสำเร็จอย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ. (2550). **สมบัติของวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้เฮกเซนที่อุณหภูมิต่ำ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และเรวดี จงสุวัฒน์. (2545). **น้ำมันรำข้าวทางเลือกเพื่อสุขภาพของคนไทย.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2548). **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บริษัทน้ำมันบริโภคไทย จำกัด. (2011). [online]. Available : http://www.thaiedibleoil.com/thai/detail_01.html. [2011, Jan 22].

พัชรินทร์ ระวียัน, ประมวล ศรีกาหลง และเกรียงไกร สร้อยนาค. (2551). **การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันปาล์มโดยใช้ตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่ำ.** (รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย).

วราพร พงศ์ธรกุลพานิช. (2543). **การวิเคราะห์เอกลักษณ์และปริมาณโทโคเฟอรอลและโอรีซานอลในกระบวนการผลิตน้ำมันรำข้าว.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). **ข้าว.** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โอภา วัชระคุปต์. (2549). **สารต้านอนุมูลอิสระ (Radical Scavenging Agents).** กรุงเทพฯ : พี.เอช.พริ้นซ์.

Almeida, M. E. M., Rusig, O., and Guzman, E. C. (2001). **Tocopherols extraction from soybean oil deodorizer distillate by saponification: the effect of acetone/water.solution composition.** IFT Annual Meeting-New Orleans, Louisiana.

AOCS. (1997). **Official methods and recommended Practices of the American Oil Chemists' Society** (5th ed.). Washington, DC: American Oil Chemists' Society Press. (Method Ce 8-89).

Carlucci, G., Mazzeo, P., Governatore, S.D., Giacomo, G.D., and Re G.D. (2001). Liquid chromatographic method for the analysis of tocopherols in malt. sprouts with supercritical fluid extraction. **J. Chromatogr.** A, 935, 87-91.

Chen, M.H., and Bergman, C.J. (2005). A rapid procedure for analyzing rice bran. tocopherol, tocotrienol and γ-oryzanol contents. **J. Food Compos. Anal,** 18, 139-151.

Cheong, J. N., Tan, C. P., Che Man, Y. B., and Misran, M. (2008). α-Tocopherol nanodispersions : Preparation, characterization and stability evaluation**. J. Food Engineering,** 89, 204-209.

Cherukuri, V., Cheruvanky, R., Lynch, I., and MacPeak, D.L. (1999). **Process for obtaining micronutrient enriched rice bran oil.** Patent No.: 5, 989, 344.

Choi, Y., and Lee, J. (2009). Antioxidant and antiproliferative properties of a tocotrienol-rich fraction from grape seeds. **Food Chem,** 114, 1386-1390.

Chu, B.S., Baharin, B.S., and Quek, S.Y. (2002). Factors affecting pre-concentration. of tocopherols and tocotrienols from palm. fatty acid distillate by lipase-catalysed hydrolysis. **Food Chem,** 79, 55-59.

Chu, B.S., Quek, S.Y., and Baharin, B.S. (2003). Optimization of enzymatic.hydrolysis for concentration of vitamin E in palm fatty acid distillate. **Food Chem,** 80, 295-302.

Delgado-Zamarreno, M.M., Bustamante-Rangel, M., Sanchez-Perez, A., and Carabias-Martinez R. (2004). Pressurized liquid extraction prior to liquid. chromatography with electrochemical detection for the analysis of. vitamin E isomers in seeds and nuts. **J. Chromatogr.** A, 1056, 249-252.

Eitenmiller, R. and Lee, J. (2004). **Vitamin E: Food chemistry, composition, and analysis.** New York: Marcel Dekker, Inc.

Feng, Z., Liu, Z., Li, X., Jia, H., Sun, L., Tian, C., Jia, L. and Liu, J. (2010). α-Tocopherol is an effective Phase II enzyme inducer : protective effects on acrolein-induced oxidative stress and mitochondrial dysfunction in human retinal pigment epithelial cells. **J. Nutr. Biochem,** 21, 1222-1231.

Gadow, A.V., Joubert, E. and Hansmann, C. F. (1997). Comparison of the antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of Rooibos Tea (*Aspalathus linearis*), α-Tocopherol, BHT, and BHA. **J. Agric. Food Chem,** 45, 632-638.

Hadolin, M., Skerget, M., Knez, Z., and Bauman, D. (2001). High pressure extraction. of vitamin E-rich oil from Silybum marianum. **Food Chem,** 74, 355-364.

Hoed, V.V., Depaemelaere, G, Ayala, J.V., Santiwattana, P., Verhé, R. and Greyt, W.D. (2006). Influence of chemical refining on the major and minor components of rice bran oil. **JAOCS,** 83. 315-321.

Iqbal, S., Bhanger, M.I., and Anwar, F. (2005). Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in . Pakistan. **Food Chem,** 93, 265-272.

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (2005). Gerneral. standard for food additives. **Codex Stan,** 192-1995.

Kim, J.S. (2005). Radical scavenging capacity and antioxidant activity of the E. vitamer fraction in rice bran. **J. Food Sci**, 70, 208-213.

Ko, S.-N., Lee, S.-M. and Kim, I.-H. (2008). The concentration of tocols from rice bran oil deodorizer distillate using solvent. **J. Lipid Sci and Tech.** 110, 914-919.

Lerma-García, M.J., Herrero-Martínez, J.M., Simó-Alfonso, E.F., Mendonça, C.R.B., and Ramis-Ramos, G. (2009). Composition, industrial processing and applications of rice bran γ-oryzanol. **Food Chem,** 115, 389-404.

Mendes, M.F., Pessoa, F.L.P., and Uller, A.M.C. (2005). Optimization of the process. of concentration of vitamin E from DDSO using supercritical CO_2. Brazilian **J. Chem Engineering,** 22, 83-91.

Mendes, M.F., Pessoa, F.L.P., and Uller, A.M.C. (2002). An economic evaluation. based on an experimental study of the vitamin E concentration present in. deodorizer distillate of soybean oil using supercritical CO_2. **J. Supercrit. Fluid,** 23, 257-265.

Nagai, T., Inoue, R., Inoue, H., and Suzuki, N. (2003). Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. **Food Chem,** 80, 29-33.

Naima, O., Fatiha, B., Fadila, M.B., and Mohamed, C. (2011). Antioxidant activity and separation of phenolic compounds of *Origanum glandulosum* from north Algeria by high performance liquid chromatography (HPLC). Afr. **J. Biotechnol,** 10, 3451-3454.

Papuc, C., Diaconescu, C., and Nicorescu, V. (2008). Antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*) extracts compared with common food additives. **Roum. Biotechnol. Lett.,** 13, 4049-4053.

Pokorny, J., Yanishlieva, N., and Gordon, M. (2001). **Antioxidants in food practical.** applications. New York: CRC press.

Qureshi, A.A., Bradlow, B.A., Salser, W.A., and Brace, L.D. (1997). Novel tocotrienols of rice bran modulate cardiovascular disease risk. parameters of hypercholesterolemic humans. **J. Nutr. Biochem,** 8, 290-298.

Rangkadilok, N., Pholphana, N., Mahidol, C., Wongyai, W., Saengsooksree, K., Nookabkaew, S., and Satayavivad, J. (2010). Variation of sesamin, sesamolin and tocopherols in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds and oil products in Thailand. **Food Chem,** 122, 724–730.

Ryynanen, M., Lampi, A.M., Salo-Vaananen, P., Ollilainen, V., and Piironen, V. (2004). A small-scale sample preparation method with HPLC analysis for . determination of tocopherols and tocotrienols in cereals. **J. Food. Compos. Anal,** 17, 749-765.

Sarmento, C.M.P., Ferreira, S.R.S., and Hense, H. (2006). **Supercritical fluid extraction (SFE) of rice bran oil to obtain fractions enriched with tocopherols and tocotrienols.** *J. Chem. Engineering*, 23, 243-249.

Sebranek, J.G., Sewalt, V.J.H., Robbins, K.L., and Houser, T.A. (2005). Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. **Meat Sci,** 69, 96-289.

Senevirathne, M., Kim, S.H., Siriwardhana, N., Ha, J.H., Lee, K.W., and Jeon, Y.J. (2006). Antioxidant potential of *Ecklonia cava* on reactive oxygen. species scavenging, metal chelating, reducing power and lipid peroxidation.inhibition. **Food Sci Tech Int,** 12, 27-38.

Suja, K.P., Jayalekshmy, A., and Arumughan, C. (2004). Free radical scavenging behavior of antioxidant compounds of sesame (*Sesamum indicum* L.) in DPPH• system. **J. Agric. Food Chem,** 52, 912-915.

Szulczewska-Remi, A., Nogala-Kalucka, M., Kwiatkowski, J., Lampart-Szczapa, E., and Rudzinska, M. (2004). **Preparation of tocochromanol concentrate. from red palm oil.** Industrial Chemistry Research Institite, Warsaw, Poland.

Verleyen, T., Verhe, R., Garcia, L., Dewettinck, K., and Huyghebaert, Greyt, W.D. (2001). Gas chromatographic characterization of vegetable oil.deodorization distillate. **J. Chromatogr A,** 921, 277-285.

Wells, S.R., Jennings, M.H., Rome, C., Hadjivassiliou, V., Papas, K.A., and Alexander, J.S. (2010). α-, γ-and δ-tocopherols reduce inflammatory angiogenesis in human microvascular endothelial cells. **J. Nutr. Biochem,** 21, 589–597.

Wilson, T.A., Nicolosi, R.J., Woolfrey, B., and Kritchevsky, D. (2007). Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations.and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic. acid. in hypercholesterolemic hamsters. **J. Nutr. Biochem,** 18, 105-112.

Xu, G., Guan, L., Sun, J. and Chen, Z.Y. (2009). Oxidation of cholesterol and β-sitosterol and prevention by natural antioxidants. **J. Agric. Food Chem,** 57, 9284-9292.

Yang, L., Cao, Y., Chen, J. N., and Chen, Z. Y. (2009). Oxidative stability of conjugated linolenic acids. **J. Agric. Food Chem,** 57, 4212–4217.

Yoshida, Y., Saito, Y., Jones, L. S., and Shigeri, Y. (2007). Chemical reactivities and physical effects in comparison between tocopherols and tocotrienols : physiological significance and prospects as antioxidant. **J. Biosci. Bioeng.,** 104, 439-445.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., and Blanchard, C. (2002). Composition and functional properties of rice. **J. Food Sci and Tech,** 37, 849-868.

Zigoneanu, I.G., Williams, L., Xu, Z., and Sabliov, C.M.. (2008). Determination of antioxidant components in rice bran oil extracted by microwave-assisted method. **Bioresource Tech,** 99, 4910–4918.

บทปริทัศน์

.....

เรื่อง การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว

โดย รองศาสตร์จารย์ ดร.วิบูลย์ รัตนาปนนท์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิตามินอี มีชื่อทางเคมีว่า โทโคเฟรอล (Tocopherol) มีความหมายว่า “การให้กำเนิดเด็ก” นั่นคือ ถ้าขาดวิตามินอีจะทำให้เกิดการแท้งลูก วิตามินอีจึงมีความจำเป็นในสตรีมีครรภ์ นอกจากนี้การขาดวิตามินอียังทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่าย ทำให้เป็นโรคโลหิตจางในคนได้ด้วย ถ้าสัตว์ทดลอง เช่น กระต่ายขาดวิตามินอีจะเป็นโรคกล้ามเนื้อขาว (white muscle disease) ต่อมามีการศึกษาวิตามินอีในระดับเซลล์ พบว่ามันมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระ (free radicals) ที่เราเรียกว่า ซูเปอร์ออกไซด์ โดยวิตามินอีทำงานร่วมกับเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (SOD) วิตามินอีจัดเป็นสารแอนติออกซิเดนท์ (antioxidant) ที่สำคัญมากของร่างกาย

ปัจจุบันความต้องการวิตามินอีของร่างกายเราน่าจะสูงขึ้นเพราะการบริโภคอาหารของเราเปลี่ยนไปจากอดีตมาก โดยเราบริโภคผักผลไม้น้อยลง แต่บริโภคไขมันมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันประเภทไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) เมื่อไขมันเข้าสู่ร่างกายจะมีกระบวนการเมตะบอไลซ์ เกิดเป็นสารเปอร์ออกไซด์ (peroxide) และแตกตัวได้อนุมูลอิสระที่เรียกว่าซูเปอร์ออกไซด์ ทำให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ที่เกี่ยวข้องนำไปสู่การเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดแดงแข็ง เป็นต้น

ดังนั้นข้อแนะนำให้บริโภควิตามินอีมากขึ้นเพื่อป้องกันโรคต่าง ๆ มีปรากฏให้เห็นทั่วไป โดยให้บริโภคในรูปของยาหรืออาหารเสริม หรือปรับปรุงการบริโภคอาหารให้มีวิตามินอีมากขึ้น เพื่อไปลดสารซูเปอร์ออกไซด์ในร่างกาย

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิตามินอีจึงควรสนับสนุน โดยเฉพาะเรื่องการผลิตวิตามินอีในราคาถูกเพื่อให้คนส่วนใหญ่ได้บริโภคอย่างทั่วถึง อย่างงานวิจัยชิ้นนี้น่าสนับสนุนมาก เพราะนำของที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้ว (Waste product) เช่น ดิสทิลเลตมาสกัดวิตามินอีและทำให้บริสุทธิ์ เพื่อนำไปทำอาหารเสริมได้ในอนาคต

Rajabhat Chiang Mai
University
Research Journal

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร 0-5388-5950
http://www.research.cmru.ac.th