ผลของสภาวะการเก็บรักษาและกระบวนการเพาะงอกต่อสมบัติการต้านออกซิเดชันของข้าวกล้องสุโขทัย 1

Effect of storage condition and germinating process on antioxidation properties of Sukhothai 1 de-husked rice

สุธยา พิมพ์พิไล[1] สุรัตน์ นักหล่อ[1] ขจรเดช พิมพ์พิไล[2] และ ทองลา ภูคำวงศ์[1]

Suthaya Phimphilai[1], Surat Nuglor[1], Kajorndaj Phimphilai[2] and Thongla Pukumvong[1]

Abstract

De-husked rice showing red, purple, or black pericarps normally contains higher antioxidation properties than those in normal brown rice. Such the biochemical properties are gradually depleting during processing. This study was aimed to investigate effects of storage and germinating process on antioxidation properties and total polyphenol content of Sukhothai 1 de-husked rice. In 100 grams (d.w.) of Sukhothai 1 de-husked rice had antioxidation properties equivalent to 348-352 mg trolox. and total polyphenol content equivalent to gallic acid of 106-107 mg. Five months storage in polypropylene (PP) and polyethylene (PE) bags under vacuum at room temperature (27-30ºC) resulted in a reduction of the seed germinations ($p<0.05$). However, there was insignificant effect from bag materials. In the rice germinating process for germinated de-husked rice product, three methods were applied; soaking (S), combination of soaking and spraying (SSP), and spraying (SP). Reductions in both antioxidation properties and total polyphenol contents were found in products from those 3 processes, compared to the raw material. The longer storage time applied, the higher reductions of the properties were found ($p<0.05$). SSP and SP methods tended to have less effect on the biochemical properties than that from the S method at the 5 month storage. Sukhothai 1 de-husked rice stored at room temperature for 3 months could be used as raw material for germinated rice. Germinated rice from the SP method showed higher antioxidant property (Trolox equivalent) than those from SSP and S methods ($p<0.05$).

Keywords: de-husked rice, oxidation properties, storage

บทคัดย่อ

ข้าวกล้องที่มีสีแดง ม่วง หรือดำของเยื่อหุ้มเมล็ด มีสมบัติการต้านออกซิเดชันที่มีคุณประโยชน์สูงกว่าข้าวกล้องที่ไม่มีสีหรือมีสีขาวขุ่น แต่สมบัติดังกล่าวมักสูญเสียในระหว่างกระบวนการแปรรูป วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลของข้าวกล้องในระหว่างการเก็บรักษาและกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก ข้าวกล้องพันธุ์สุโขทัย 1 ปริมาณ 100 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) มีสมบัติการต้านออกซิเดชันหลังการเก็บเกี่ยวเทียบเท่ากับสารละลายโทรลอกซ์ 348-352 มิลลิกรัม และมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลเทียบเท่ากับกรดแกลลิค 106-107 มิลลิกรัม การเก็บรักษาข้าวกล้องที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีโปรปิลีน (PP) และชนิดโพลีเอทธิลีนในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 เดือน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงเป็นศูนย์ โดยไม่พบผลกระทบจากชนิดบรรจุภัณฑ์ ในการผลิตข้าวกล้องงอกได้เปรียบเทียบระหว่างการแช่น้ำ (S) การแช่น้ำร่วมกับการพ่นละอองน้ำ (SSP) และการพ่นละอองน้ำ (SP) ซึ่งพบว่าข้าวกล้องงอกที่ได้จากทั้ง 3 วิธีมีสมบัติการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลลดลง เวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นส่งผลต่อการลดลงของสมบัติการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลในข้าวกล้องงอก ($p<0.05$) โดยพบว่าวิธีการ SSP และ SP สามารถลดการสูญเสียสารประกอบโพลีฟีนอลในข้าวกล้องได้มากกว่าวิธี S ที่เวลาการเก็บรักษา 5 เดือน ข้าวกล้องพันธุ์สุโขทัย 1 ที่ผ่านการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน ยังสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอกได้ โดยสามารถใช้วิธีเพาะงอก SP ที่ยังคงให้สมบัติการต้านออกซิเดชันเทียบกับสารละลายโทรลอกซ์สูงกว่าวิธีอื่นๆ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: ข้าวกล้อง สมบัติการต้านออกซิเดชัน การเก็บรักษา

---

[1] คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[1] Faculty of Engineering and Agro-industry, Maejo University, A.Sansai, Chiangmai 50290 Thailand

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300

[2] Faculty of Engineering, Chiangmai University, Chiangmai 50300 Thailand

คำนำ

งานวิจัยด้านการแปรรูปข้าวในปัจจุบันให้ความสำคัญกับข้าวกล้องมากขึ้น อาทิ ข้าวกล้องงอก เส้นหมี่ข้าวกล้องงอก เนื่องจากพบการสร้างสารทางชีวเคมีที่มีความสำคัญต่อร่างกายที่เรียกว่า gamma aminobutyric acid (GABA) นอกจากนี้มีรายงานว่าข้าวกล้องที่มีสีต่างๆ มีสารประกอบโพลิฟีนอลและสารในกลุ่มแอนโธไซยานินที่ให้สมบัติการต้านออกซิเดชัน (สุธยา, 2549) อย่างไรก็ตาม สมบัติทางชีวเคมีดังกล่าวมักลดลงในระหว่างกระบวนการแปรรูป (บัณฑิต, 2552; ลัสพรรณ, 2553) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในข้าวกล้องที่มีสี

การเก็บรักษาข้าวกล้องก่อนนำมาทำงอกเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลต่อสมบัติการต้านออกซิเดชัน งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อการงอกของข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์การงอก) ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอล และสมบัติการต้านออกซิเดชันของข้าวกล้องงอกที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงสายพันธุ์สุโขทัย 1 ที่ผ่านกรรมวิธีการทำงอกรูปแบบต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุโขทัย 1 ที่มีอายุเก็บเกี่ยว 1 เดือน (ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทข้าวธรรมชาติ จำกัด จ.สุโขทัย) ได้ถูกกะเทาะเปลือกเป็นข้าวกล้องที่คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ก่อนแบ่งบรรจุในถุงไนล่อนที่มีส่วนผสมของพลาสติก 2 ประเภท (โพลิโปรปิลีน, PP และโพลิเอทธิลีน, PE) ภายใต้ระบบสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 เดือน มีการสุ่มเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 เดือนเพื่อวัดคุณภาพด้านสี (L* a* b*) ความชื้น เปรียบเทียบกับ ณ เวลาเริ่มต้น มีการตรวจสอบการงอกของเมล็ดข้าวด้วยวิธีเพาะเมล็ดบนกระดาษ (Top of Paper, TP) และตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลเปรียบเทียบกับสารละลายกรดแกลลิค (ดัดแปลงจาก ประพันธ์ และ วันทนีย์, 2545) และสมบัติการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS radical cation decolorization assay ($ABTS^{+}$) เปรียบเทียบกับสารละลายโทรลอกซ์ (ดัดแปลงจาก Re *et al*., 1999)

ข้าวกล้องที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะต่างๆ ได้ถูกทำให้งอกเป็นข้าวกล้องงอกด้วย 3 กรรมวิธี ได้แก่ การแช่น้ำ 10 ชั่วโมง (S) การแช่น้ำ 5 ชั่วโมงร่วมกับการพ่นละอองน้ำ 2 ชั่วโมง และตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง (SSP) และการพ่นละอองน้ำ 7 ชั่วโมง และตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง (SP) ที่ 35 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าที่เวลาและอุณหภูมิดังกล่าวสามารถทำให้เกิดการงอกของข้าวกล้องได้ ตัวอย่างข้าวกล้องที่ได้จะถูกวิเคราะห์สมบัติทางชีวเคมี ได้แก่ ปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลเปรียบเทียบกับสารละลายกรดแกลลิค และสมบัติการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS radical cation decolorization assay ($ABTS^{+}$) เปรียบเทียบกับสารละลายโทรลอกซ์

มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) และทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS v.16) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผล

เมล็ดข้าวกล้องสายพันธุ์สุโขทัย 1 ที่ผ่านการเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่า มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 13 แต่ไม่พบอิทธิพลเนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ศึกษา (PP และ PE) การเก็บรักษาที่นานขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวลดลง (Figure 1) และไม่พบการงอกใดๆ เกิดขึ้นที่เวลาการเก็บรักษา 5 เดือนเมื่อตรวจสอบด้วยวิธีเพาะเมล็ดบนกระดาษ อย่างไรก็ตามเมล็ดข้าวยังแสดงการเปลี่ยนแปลงด้านการงอกบ้าง คือมีการขยายตัวของส่วนคัพภะและเกิดตุ่มเล็กๆ ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกได้

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสีของเมล็ดข้าว ไม่พบการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่แตกต่างจากเมล็ดข้าววัตถุดิบ ($p>0.05$) โดยมีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 29-35 ค่าสีแดง-เขียว (a*) อยู่ในช่วง 14-15 และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) อยู่ในช่วง 14-18

เมื่อนำเมล็ดข้าวผ่านกระบวนการทำข้าวกล้องงอกพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาและกรรมวิธีการทำงอกนั้นส่งผลกระทบต่อปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอล และสมบัติการต้านออกซิเดชัน (Figure 1 และ Figure 2) อย่างเห็นได้ชัด โดยปัจจัยด้านบรรจุภัณฑ์ไม่ส่งผลที่เด่นชัดต่อคุณสมบัติทางชีวเคมีที่ศึกษาในข้าวกล้องงอกสายพันธุ์สุโขทัย 1 ข้าวกล้องวัตถุดิบที่เวลา

เริ่มต้นปริมาณ 100 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) มีสมบัติการต้านออกซิเดชันเทียบเท่ากับสารละลายโทรลอกซ์ 348-352 มิลลิกรัม และมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลเทียบเท่ากับกรดแกลลิค 106-107 มิลลิกรัม

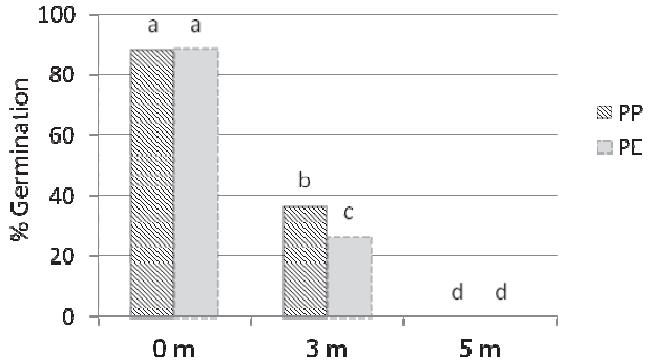

Figure 1 De-husked rice germination (Sukhothai 1) during 5 month storage in polypropylene (PP) and polyethylene (PE) vacuum bags.

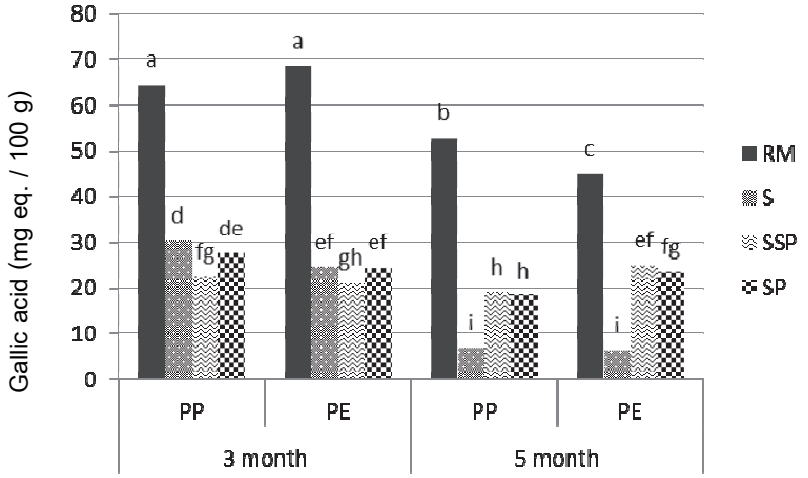

Figure 2 Total polyphenol of Sukhothai 1 under germinating conditions; soaking (S), soaking and spraying (SSP) and spraying (SP), comparing to raw material (RM) at 3 and 5 month storage in polypropylene (PP) and polyethylene (PE) vacuum bags.

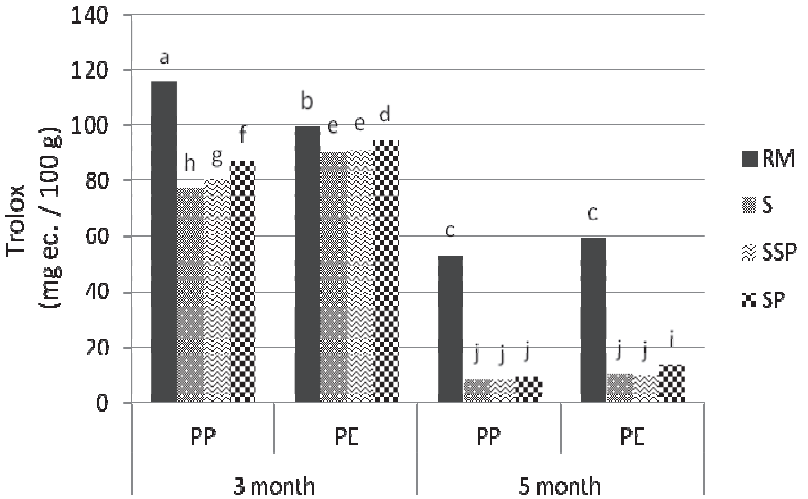

Figure 3 Anioxidation properties of Sukhothai 1 under germinating conditions; soaking (S), soaking and spraying (SSP) and spraying (SP), comparing to raw material (RM) at 3 and 5 month storage in polypropylene (PP) and polyethylene (PE) vacuum bags.

วิจารณ์ผล

การแปรรูปข้าวกล้องที่มีสีเป็นข้าวกล้องงอกนั้น จำเป็นอย่างยิ่งต้องคำนึงถึงการสูญเสียสมบัติทางชีวเคมีที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ด การเก็บรักษาเมล็ดข้าววัตถุดิบในสภาพสุญญากาศสามารถช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของเมล็ดข้าวได้ อย่างไรก็ตามจากการศึกษานี้พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องส่งผลกระทบกับการเปลี่ยนแปลงข้างต้น ซึ่งพบว่าสารประกอบโพลิฟีนอลในวัตถุดิบลดลงร้อยละ 50-60 สมบัติการต้านออกซิเดชันลดลงถึงร้อยละ 80 ส่วนความสามารถในการงอกนั้นลดลงมากจนไม่พบการงอกเลยที่เวลา 5 เดือนของการเก็บรักษา วิธีการหนึ่งที่จะสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำควบคู่กับสภาวะสุญญากาศ ซึ่งจะช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ (Fennema, 1996) อย่างไรก็ตามข้าวกล้องพันธุ์สุโขทัย 1 ที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตข้าวกล้องงอกได้ โดยสามารถใช้วิธีเพาะงอก SP ที่ยังคงให้สมบัติการต้านออกซิเดชันเมื่อเทียบกับสารละลายโทรลอกซ์สูงกว่าวิธีอื่นๆ ($p<0.05$)

ในกรรมวิธีการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกล้องโดยทั่วไปมักอาศัยการแช่น้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์เนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนน้ำสามารถช่วยลดลักษณะดังกล่าวได้ แต่ยังส่งผลให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะในข้าวกล้องที่มีสี เนื่องจากสารให้สีโดยมากสามารถละลายได้ดีในน้ำ การพ่นละอองน้ำเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ช่วยลดการสูญเสียดังกล่าวได้ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการพ่นละอองน้ำเพียงอย่างเดียวเป็นเวลา 7 ชั่วโมง หรือการพ่นละอองน้ำ 2 ชั่วโมง หลังจากการแช่น้ำ 5 ชั่วโมงนั้น เมล็ดข้าวจะได้รับความชื้นเพียงพอกับการงอก และการตั้งทิ้งไว้อีก 3 ชั่วโมงโดยยังคงควบคุมอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียสนั้น เมล็ดข้าวจะสามารถงอกได้เอง โดยไม่พบกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ดังกล่าว กรรมวิธีดังกล่าวสามารถช่วยลดการสูญเสียสารประกอบโพลิฟีนอลในเมล็ดข้าวได้เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่น้ำเพียงอย่างเดียว แนวปฏิบัตินี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเพื่อให้ได้ข้าวกล้องงอกที่สามารถควบคุมคุณภาพได้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

สรุป

ระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวกล้องมีอิทธิพลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดข้าวสายพันธุ์สุโขทัย 1 แต่ยังคงนำมาผลิตข้าวกล้องงอกได้ เนื่องจากยังมีการเปลี่ยนแปลงของคัพภะและให้ลักษณะของข้าวกล้องงอกภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการเก็บรักษาส่งผลต่อคุณสมบัติทางชีวเคมีที่ศึกษา ได้แก่ สารประกอบโพลิฟีนอลและสมบัติการต้านออกซิเดชันของเมล็ดข้าว เทคนิคการพ่นละอองน้ำ หรืออาจใช้ร่วมกับการแช่น้ำ สามารถใช้ในการผลิตข้าวกล้องงอกได้ โดยจะช่วยลดการเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ลง และช่วยลดการสูญเสียสารประกอบโพลิฟีนอลเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่น้ำเพียงอย่างเดียว

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนทุนวิจัยและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณบริษัทข้าวธรรมชาติ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบตลอดงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บัณฑิต อุปสิทธิ์. 2552. ผลของการให้ความร้อนที่มีต่อปริมาณไฟเตท สารประกอบโพลีฟีนอล และสมบัติการต้านออกซิเดชันในข้าวกล้องที่มีสี. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และ วันทนีย์ ช้างน้อย. 2545. การเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและศักยภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดพืชตระกูลส้มสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกในประเทศไทย. อาหาร 32(4):300-307.

ลัสพรรณ ระวีวัฒน์. 2553. อิทธิพลของกระบวนการผลิตข้าวหุงสุกไวที่มีต่อปริมาณไฟเตทและสมบัติการต้านออกซิเดชัน ในข้าวกล้องที่มีสี. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

สุธยา พิมพ์พิไล. 2549. การศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวหอมมะลิแดงแบบหุงสุกเร็ว. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 96 น.

Fennema, O. R. 1996. Food Chemistry. New York: Marcel Dekker, Inc. 1069p.

Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggent, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology & Medicine 26:1231-1237.