Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 367-370 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 367-370 (2556)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องสีเข้ม 2 พันธุ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์พร้อมสารดูดซับออกซิเจน

Changes in Qualities of 2 Pigmented Brown Rice Varieties in Package with Oxygen Absorber during Storage

ณัฐติวงศ์ ปานเกษม[1,2,3] อรพร อุนากรสวัสดิ์[1] เฉลิมชัย วงษ์อารี[4] และ อรอนงค์ นัยวิกุล[5]
Nattiwong Pankasem[1,2,3], Oraporn Unakornswad[1], Chalermchai Wongs-Aree[4] and Onanong Naivikul[5]

Abstract

The objective was to determine the changes of free radical scavenging compounds and oxidative rancidity in two varieties of pigmented brown rice, "Sang Yod' (SY) and 'Hom Nil' (HN), compared with 'Pathum Thani 1' brown rice (PTT1) during storage (150 days). Two hundred and fifty gram of cleaned brown rice with the moisture content 14% were packed in a NY/LLDPE plastic bag with and without oxygen absorber (OA), sealed tightly, and then kept at an ambient temperature (28±2 ^{O}C). The red color of 'SY' rice mostly came from carotenoids and the dark purple of 'HN' was derived from anthocyanin while 'PTT1' contained no pigment. In the head space of the plastic bags, O_2 in all OA condition declined immediately after packing and remained stable throughout the storage period. O_2 and CO_2 concentrations of treatments without OA fluctuated, where adult rice weevils *(Sitophilus oryzae)* infected some bags of 'PTT1' and 'HN' after 60 to 90 days of storage. SY contained the highest quantities of antioxidant capacity and total phenolic compounds (TPC). However, there were no significant differences of TPC and antioxidant capacity in each brown rice sample during storage. Moreover, rice stored in OA conditions exhibited lower thiobarbituric acid (TBA). TBA content in 'HN' rice stored without OA increased rapidly while in OA conditions, it did not change significantly in all 3 varieties ($p>0.05$).

Keywords: changes in qualities, pigmented brown rice, oxygen absorber

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสมบัติและการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ และการสร้างสารให้กลิ่นหืนของข้าวกล้องที่มีสีเข้ม 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สังข์หยด (สีแดง) และพันธุ์หอมนิล (สีม่วง) เปรียบเทียบกับข้าวกล้องพันธุ์ปทุมธานี 1 (สีฟาง) ระหว่างการเก็บรักษา โดยนำข้าวกล้อง 3 พันธุ์ที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 บรรจุในถุง NY/LLDPE ถุงละ 250 กรัม ที่ใส่และไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจน จากนั้นปิดผนึกปากถุงให้แน่น แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 ^{O} ซ) พบว่าสีม่วงเข้มในข้าวพันธุ์หอมนิลมาจากสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน ในขณะที่สีแดงของข้าวพันธุ์สังข์หยดมาจากสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ส่วนข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ไม่พบสารสี ถุงข้าวที่ไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจนมีความเข้มข้นของแก๊ส O_2 และ CO_2 ไม่คงที่ระหว่างการเก็บรักษา โดยในถุงบรรจุข้าวกล้องพันธุ์หอมนิล และพันธุ์ปทุมธานี 1 ปรากฏตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว *(Sitophilus oryzae)* ในระหว่าง 60 – 90 วัน ส่วนในถุงข้าวกล้องที่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ความเข้มข้นของ O_2 ในถุงลดลงทันที ข้าวพันธุ์สังข์หยดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และมีสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด แต่การเปลี่ยนแปลงของสารดังกล่าวในข้าวกล้องแต่ละพันธุ์ที่เก็บรักษาใน 2 สภาวะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม ค่า thiobarbituric acid (TBA) ในข้าวกล้องทั้ง 3 พันธุ์ที่เก็บในสภาวะที่ไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจนมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่สภาวะที่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า TBA

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ, ข้าวกล้องที่มีสารสีเข้ม, สารดูดซับออกซิเจน

---

[1]โรงเรียนศึกษานารีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพฯ 10150
[1]Suksanareewittaya School, The Secondary Educational Service Area Office 1, Bangkok 10150
[2]สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[2]Programme in Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
[3]โครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับเด็กและเยาวชน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปริญญาตรี รุ่นที่ 15
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
[3]15th Junior Science Talent Project, in the Level of Upper Secondary School and Bachelor's Degree
National Science and Technology Development Agency, Thailand Science Park, Phahonyothin Road Khlong Luang, Pathum Thani 12120
[4]หลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[4]Postharvest Technology Programme, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140
[5]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
[5]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

คำนำ

ข้าวกล้องมีสีของเยื่อหุ้มที่แตกต่างกัน โดยข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มสีเข้มมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าเยื่อหุ้มสีอ่อน ทำให้ข้าวประเภทนี้มีคุณสมบัติเป็นอาหารที่มีสรรพคุณทางยา หรืออาหารเชิงพันธภาพ (Functional Food) แต่อย่างไรก็ตามข้าวกล้องมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากไขมันในส่วนของคัพภะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดกลิ่นหืน (Rancidity) และส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค (Juliano, 1985) อีกทั้งข้าวกล้องยังเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์ ไข่แมลงศัตรูพืชที่ติดปนมากับเมล็ดจึงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวกล้องเสื่อมคุณภาพ ปัจจุบันได้มีการนำสารดูดซับออกซิเจนมาใช้ในอาหารแห้งอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถลดปริมาณแก๊สออกซิเจนซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Soroka, 1998) ในการทดลองนี้จึงทำการเปรียบเทียบคุณภาพการเก็บรักษาข้าวกล้องที่มีสีในบรรจุภัณฑ์ที่มีและไม่มีสารดูดซับออกซิเจน เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงให้คงคุณภาพการเก็บรักษาข้าวกล้องที่มีสีเข้มเพื่อการใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำข้าวกล้อง 3 พันธุ์คือ พันธุ์สังข์หยด เมืองพัทลุง (สีแดง) จากศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง พันธุ์หอมนิล (สีม่วง) จากศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และพันธุ์ปทุมธานี 1 (สีฟาง) จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่ปลูกในฤดูการผลิตปี 2554 และมีความชื้นของเมล็ดไม่เกินร้อยละ 14 ปริมาณ 250 กรัม มาบรรจุในถุงไนลอน ชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Nylon Linear Low Density Polyethylene: NY/LLDPE) ซึ่งมีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของแก๊สได้ดี โดยเปรียบเทียบระหว่าง 2 สภาวะ คือ ใส่และไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจน (ยี่ห้อ Oxyfree 504 ขนาดบรรจุ 100 ลบ.ซม.) แล้วปิดผนึกให้สนิทด้วยความร้อน นำถุงข้าวมาเก็บรักษาในสภาพห้องปกติ (อุณหภูมิ 28±2 °ซ) แล้วสุ่มถุงข้าวแต่ละชุดการทดลองครั้งละ 3 ถุง ตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 30 วัน นาน 150 วัน (ตุลาคม 2555 – มีนาคม 2556)

2. ผลของการใช้สารดูดซับออกซิเจนต่อปริมาณแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์

ตรวจวัดปริมาณของแก๊สในบรรจุภัณฑ์ ด้วยเครื่อง Oxybaby®V O_2/ CO_2 (Witt-Gasetechnik, Germany)

3. ผลของการใช้สารดูดซับออกซิเจนต่อสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้อง 3 พันธุ์

บดข้าวกล้องแต่ละตัวให้ละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช นำตัวอย่างที่ได้ 5 กรัม ไปตรวจสอบสมบัติและปริมาณแคโรทีนอยด์ (Lime *et al*., 1957) และแอนโทไซยานิน (โดยวิธี pH Differential;Giusti and Wrolstad, 2005) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(Singleton and Rossie, 1965) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระตามวิธีของ Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) (Benzie and Strain,1996)

4. ผลของการใช้สารดูดซับออกซิเจนต่อการเกิดกลิ่นหืนเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของข้าวกล้อง 3 พันธุ์

นำตัวอย่างข้าวบดละเอียด จำนวน 0.25 กรัม ไปวัดค่า Thiobarbituric acid (TBA) ตามวิธีของ Hyashi et al. (1998)

ผล

1. ผลของการใช้สารดูดซับออกซิเจนต่อปริมาณแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ที่ไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจน มีปริมาณ O_2 และ CO_2 ไม่คงที่ เนื่องจากตรวจพบด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัย (*Sitophilus oryzae*) ระหว่างช่วง 60 – 90 วันหลังการบรรจุ (Fig. 1B) แตกต่างจากบรรจุภัณฑ์ที่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ซึ่งพบว่าปริมาณ O_2 ลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรก และคงที่ตลอดการเก็บรักษา เนื่องจากไม่พบด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัย (Fig. 1A)

2. ผลของการใช้สารดูดซับออกซิเจนต่อสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้อง 3 พันธุ์

ข้าวกล้องพันธุ์หอมนิล (สีม่วง) มีสารสีคือ แอนโทไซยานิน (Fig. 2A ช่วงคลื่น 522 nm) พันธุ์สังข์หยด เมืองพัทลุง (สีแดง) มีสารสี คือแคโรทีนอยด์ (Fig. 2B ช่วงคลื่น 452 nm) ส่วนพันธุ์ปทุมธานี 1 (สีฟาง) ไม่พบสารสี (Fig. 2C) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวมีความสัมพันธ์กัน โดยพันธุ์สังข์หยด เมืองพัทลุงมีปริมาณสารทั้ง 2 ชนิดมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์หอมนิล และพันธุ์ปทุมธานี 1 ตามลำดับ (Fig. 3A และ 3B) สำหรับการเปลี่ยนเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระระหว่างการเก็บรักษา 150 วัน ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 สภาวะ (ใส่และไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4. ผลของการใช้สารดูดซับออกซิเจนต่อการเกิดกลิ่นหืนเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของข้าวกล้อง 3 พันธุ์

ในสภาวะที่ไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ข้าวกล้องพันธุ์ปทุมธานี และพันธุ์หอมนิลมีค่า TBA ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการออกซิเดชันของกรดไขมันเพิ่มขึ้น แต่ข้าวกล้องพันธุ์สังข์หยด เมืองพัทลุงมีแนวโน้มค่า TBA คงที่ แตกต่างจากสภาวะที่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ข้าวกล้องทั้ง 3 พันธุ์ มีแนวโน้มของค่า TBA คงที่ตลอดการเก็บรักษา 150 วัน (Fig. 4)

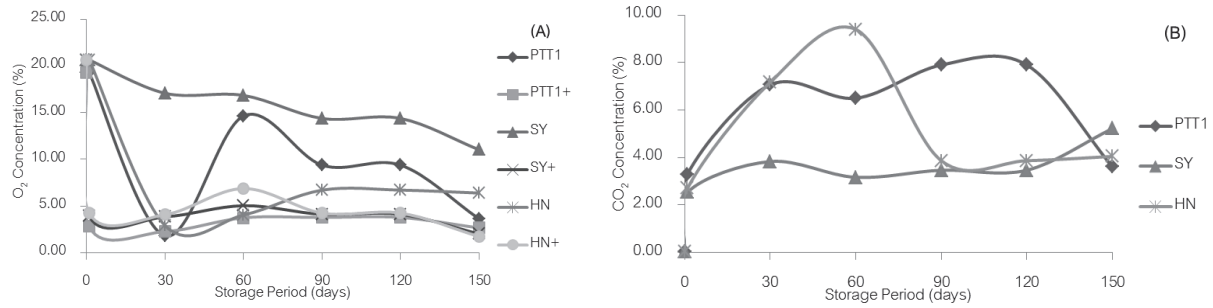

Figure 1 O_2 (A) and CO_2 (B) content of Hom-Nil (HN), Sang Yod Muang Pattalung, (SY) and Pathum Thani (PTT1) in 2 conditions; with (+) and without oxygen absorber during storage.

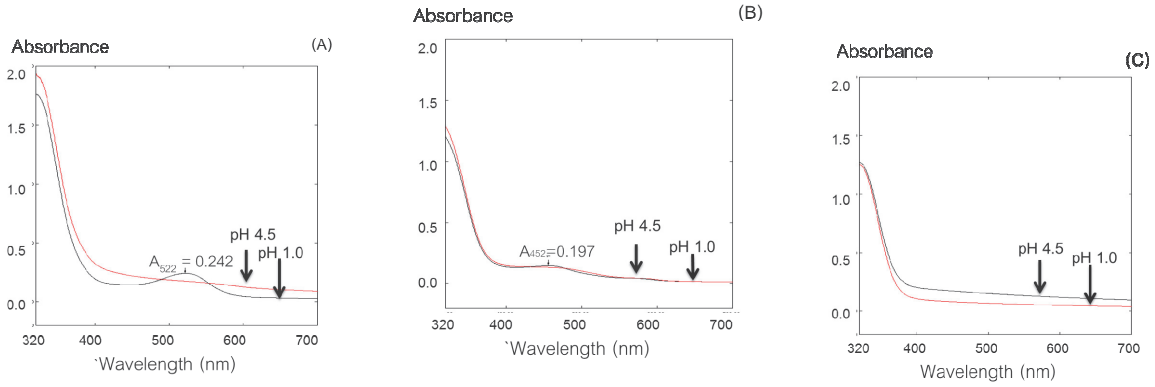

Figure 2 Spectral characteristic of brown rice extracts at pH 1.0 and pH 4.5 of Homnil (A), Sang Yod Muang Pattalung (B) and Pathum Thani 1(C)

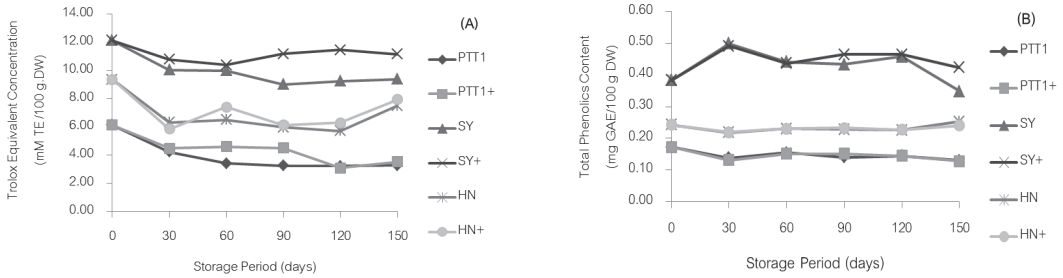

Figure 3 The changes of ferric reducing antioxidant power (FRAP) (A) and total phenolics content (B) in 2 conditions during storage (+ is meant packing with oxygen absorber.)

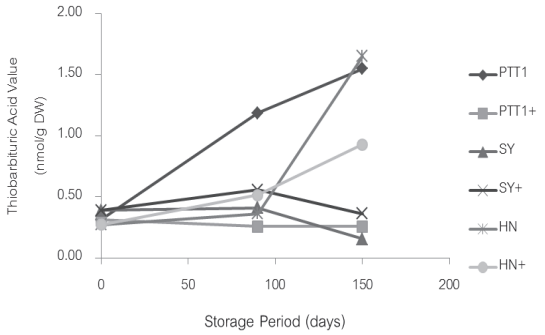

Figure 4 The changes of thiobarbituric acid value in 2 conditions during storage (+ is meant packing with oxygen absorber.)

วิจารณ์ผล

สีม่วงแดงในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์หอมนิล (สีม่วง) มีสารแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบหลัก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกัญญา และคณะ (2553) ที่ได้ตรวจสอบชนิด และโครงสร้างสารสีของข้าวกล้องพันธุ์หอมนิลด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลว/แมสสเปกโทรมิเตอร์ (Liquid Chromatography – Mass Spectrometry: LC-MS) ส่วนสีแดงในพันธุ์สังข์หยด เมืองพัทลุง (สีแดง) มีสารสีหลัก คือ แคโรทีนอยด์ จึงแสดงให้เห็นว่า แม้ข้าวกล้องที่มีสีของเยื่อหุ้มใกล้เคียงกัน อาจมีสารสีแตกต่างกัน ซึ่งในพันธุ์สังข์หยด เมืองพัทลุงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารดังกล่าวระหว่างการเก็บรักษา 150 วัน ระหว่าง 2 สภาวะ ทั้งใส่และไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองไม่พบด้วงงวงข้าวในบรรจุภัณฑ์ที่ใส่สารดูดซับออกซิเจนตลอดการเก็บรักษา เนื่องจากสารดูดซับออกซิเจนสามารถลดปริมาณแก๊สออกซิเจนได้ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา ซึ่งเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของไข่และตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืชที่ติดปนมากับเมล็ดตั้งแต่ระยะแรก ซึ่งภาวินี และคณะ (2552) รายงานการว่าใช้สารดูดซับออกซิเจนในถุง PET/CPP NY/LLDPE และ KOP/CPP กับ มอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และผีเสื้อข้าวสารในเมล็ดงา สามารถทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตของแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ร้อยละ 100 ในระยะเวลา 1 สัปดาห์

นอกจากนี้ในสภาวะที่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ข้าวกล้องทั้ง 3 พันธุ์มีค่า TBA คงที่ตลอดการเก็บรักษา และข้าวกล้องพันธุ์สังข์หยด ซึ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งที่ไม่ใส่สารดูดซับออกซิเจน แสดงว่าการใช้สารดูดซับออกซิเจนสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มีมากในส่วนของคัพภะ ทำให้เกิดกลิ่นหืนช้าลง สอดคล้องกับ พรชัย และวิรงรอง (2550) ที่ได้ตรวจวัดปริมาณเฮกซาแนล ซึ่งเป็นสารประกอบหนึ่งที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่ไม่อิ่มตัว ระหว่างการเก็บรักษาข้าวซ้อมมือทั้ง 2 สภาวะเช่นเดียวกัน และพบว่าในสภาวะที่ใส่สารดูดซับออกซิเจน ตรวจวัดปริมาณเฮกซาแนลได้น้อยกว่าสภาวะที่ไม่มีสารดูดซับออกซิเจน และสารต้านอนุมูลอิสระมีส่วนช่วยยับยั้งกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีความเสถียรได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กและเยาวชน (JSTP) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และขอบพระคุณ ศ.ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล และ ผศ.ดร.เฉลิมชัย วงษ์อารี นักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยง อ.งามชื่น คงเสรี และ ผศ.สุขเกษม สิทธิพจน์ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ให้คำแนะนำ รวมถึงศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง และศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีที่อนุเคราะห์ตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

พรชัย ราชตนะพันธุ์ และวิรงรอง ทองดีสุนทร. 2550. การยืดอายุการเก็บข้าวซ้อมมือโดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆและสารดูดกลืนออกซิเจน: วิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ) 38: 229-233.

ภาวินี หนูชนะภัย, พรทิพย์ วิสารทานนท์, ศุภรา อัคคะสาระกุล, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, รังสิมา เก่งการพานิช และ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์. 2552. การศึกษาประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว. หน้า 12-24. *ใน:* รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2552. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สุกัญญา วงศ์พรชัย, กาญจนา ดำริห์ และทินกร สีเสียดค้า. 2553. ผลของวิธีบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพความหอมและฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระของข้าวเจ้าหอมนิลไทย. เชียงใหม่: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Benzie, I.F.F. and J.J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power” the FRAP assay. Anal.Biochem. 239: 70-76.

Giusti, M. M. and R. E. Wrolstad. 2005. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *In* Handbook of Food Analytical Chemistry: Pigments, Colorants, Flavors,Texture, and Bioactive Food Components. New Jersey: John Wiley & Sons.

Hayashi, T., H. Okadome, H. Toyoshima, S. Todoriki and K. Ohtsubo. 1998. Rheological properties and lipid oxidation of rice decontaminated with low energy electrons. J. of Food Protection 61(1): 73-77.

Juliano, B.O. 1985. Rice: Chemical and technology, 2nd. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.

Lime, BJ., F.P. Griffiths, R.T. O'Connor, D.C. Heinzelmann and E.R. Mccall. 1957. Spectrophotometric methods for determining pigmentation - beta-carotene and lycopene - in ruby red grapefruit. Agricultural and Food Chemistry 5: 941-944.

Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticul 16: 144-158.

Soroka, W. 2008. Illustrated Glossary of Packaging Terms. Institute of Packaging Professionals.