



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ปริมาณสารไฟโตสเตอรอลและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวบางสายพันธุ์

เวทิน รักษาพล¹ พรพิชญ ธรรมปัทม² และ สำราญ พิมราช^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 10 พฤษภาคม 2566

แก้ไข: 4 มิถุนายน 2566

ตอบรับการตีพิมพ์: 6 มิถุนายน 2566

ตีพิมพ์ออนไลน์: 12 มิถุนายน 2566

คำสำคัญ

ข้าวพันธุ์พื้นเมือง

ข้าวเพื่อสุขภาพ

ข้าวกล้อง

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

สารต้านอนุมูลอิสระ

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารไฟโตสเตอรอลและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในข้าวบางสายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยข้าว 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โสมมาลี หอมพิมาย หอมไผ่เบญจ ไร่ชัยบุรี นิลสุรินทร์ และทับทิมชุมแพ วิเคราะห์หาปริมาณไฟโตสเตอรอล วิตามินอี แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ในเมล็ดข้าวกล้องทั้ง 6 พันธุ์ จากการศึกษาพบว่าข้าวต่างสายพันธุ์กันมีปริมาณสารไฟโตสเตอรอล วิตามินอี แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สารไฟโตสเตอรอลส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในรูปของ Campesterol, β -Sitosterol และ Stigmasterol (69.85, 14.53 และ 7.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ข้าวพันธุ์โสมมาลี หอมพิมาย และหอมไผ่เบญจมีปริมาณไฟโตสเตอรอลทั้งหมดสูงกว่าข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ ไร่ชัยบุรี และนิลสุรินทร์ วิตามินอีส่วนใหญ่อยู่ในรูป γ -Tocotrienol มากที่สุด (62.19 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ α -Tocotrienol (28.63 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่วิตามินอีที่อยู่ในรูป α -Tocopherol, γ -Tocopherol, δ -Tocopherol และ β -Tocopherol พบในปริมาณต่ำ ซึ่งข้าวพันธุ์โสมมาลีมีปริมาณวิตามินอีทั้งหมดสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ข้าวพันธุ์นิลสุรินทร์มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด รองลงมา คือ ไร่ชัยบุรี และทับทิมชุมแพ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์หอมพิมาย โสมมาลี และหอมไผ่เบญจ ข้าวพันธุ์หอมไผ่เบญจมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์หอมพิมาย และ โสมมาลี ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ไร่ชัยบุรีมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์โสมมาลี หอมไผ่เบญจ นิลสุรินทร์ ทับทิมชุมแพ และ หอมพิมาย ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ที่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงนั้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากรวมของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลาย ๆ ชนิดรวมกัน ดังนั้น การเลือกบริโภคข้าวเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง อาจได้รับสารอาหารและสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพไม่เพียงพอ การบริโภคข้าวเพื่อสุขภาพ หรือรับประทานข้าวเพื่อเป็นยา ควรเลือกบริโภคข้าวหลายชนิดรวมกัน ซึ่งอาจจะนำข้าวกล้องที่มีสีเข้มมาผสมกับข้าวกล้องสีขาว เช่น ข้าวไร่ชัยบุรีผสมกับข้าวโสมมาลี หรือผสมกับข้าวหอมไผ่เบญจ เป็นต้น

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญชนิดหนึ่งของประชากรโลก เมล็ดข้าวเป็นแหล่งของสารอาหารต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเส้นใยอาหาร นอกจากนี้ในเมล็ดข้าวยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพที่ สารบางชนิดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยชะลอการเสื่อมของเซลล์ ลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง ได้แก่ แกมมาโอไรซานอล (gamma oryzanol) แอนโทไซยานิน (anthocyanin) วิตามินอีในกลุ่มโทโคฟีรอล ฟลาโวนอยด์ และฟีนอลิก เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Garcia et al., 2007) นอกจากนี้ยังมีธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี และวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 ไธมิก 3 ไธมิก 3 ไธมิก 6 ไธมิก 9 และสาร acylated sterol glucosides (ASGs) ช่วยการทำงานของอินซูลิน และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Rice Family Thailand, 2023) สารไฟโตสเตอรอล (phytosterol) หรือ แพลนท์ สเตอรอล (plant sterol) เป็นไฟโตนิว

เทรียนท์ (phytonutrient) หรือ สเตอรอลที่ได้จากพืช จัดเป็นสารธรรมชาติในกลุ่มของไตรเทอร์พีน (triterpene) มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายกับคอเลสเตอรอล (Moreau et al., 2002; Ostlund, 2002) พบในเมล็ดข้าวในส่วนจมูกข้าว รำข้าว และน้ำมันรำข้าว สารไฟโตสเตอรอลยังเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของโมเลกุลโอไรซานอล ซึ่งเป็นสารธรรมชาติ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Lampi et al., 1999) ช่วยทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (LDL cholesterol) ในร่างกายลดลง โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL cholesterol) ซึ่งช่วยยับยั้งการอักเสบ และยับยั้งการเกิดเนื้องอก (Nystrom et al., 2007) ป้องกันจากการเหนี่ยวนำการเกิดเซลล์มะเร็งได้ (Awad & Fink, 2000) ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์เนื้องอก ทำลายเซลล์มะเร็งเต้านม ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ และมะเร็งต่อมลูกหมากได้ (Tapiero et al., 2003) และมีหลายรายงานวิจัยที่บ่งชี้ว่า วิตามินอี (Debie & Larondelle, 2005; Yoshida et al., 2007) สารแอนโทไซยานิน (Wang et al., 2007; Sompong et al., 2011)

*Corresponding author

E-mail address: sumranp@gmail.com (S. Pimratch)

Online print: 12 June 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.13>

และสารประกอบฟีนอลิก (Akinmoladun et al., 2007; Shen et al., 2009; Butsat & Siriamornpun, 2010; Vichapong et al., 2010; Walter et al., 2013) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งได้

สารไฟโตสเตอรอลพบในธัญพืช ถั่ว งา น้ำมันพืช เช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะกอก และน้ำมันงา เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบในเมล็ดข้าวในส่วนจมูกข้าว รำข้าว และน้ำมันรำข้าว (Van Hoed et al., 2006; Marangoni & Poli, 2010) อย่างไรก็ตามการศึกษาไฟโตสเตอรอลในข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวเพื่อสุขภาพยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวเพื่อสุขภาพบางสายพันธุ์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในส่วนของ การปรับปรุงพันธุ์ หรือนำไปส่งเสริมเกษตรกรปลูกขยาย และแปรรูปเพิ่มมูลค่าข้าวที่มีคุณภาพทางโภชนาการสูงเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของสารไฟโตสเตอรอล วิตามินอี แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวกล้องบางสายพันธุ์

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

นำเมล็ดข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ผ่านการนวดและตากแดดให้แห้ง (ความชื้น 12-14 เปอร์เซ็นต์) มาสีให้เป็นข้าวกล้องด้วยเครื่องสีข้าว นำเมล็ดข้าวกล้องแต่ละพันธุ์ที่ได้ไปทำการบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงร่อน (sieving) ขนาด 250 μm และเก็บตัวอย่างในถุงที่บดแสงเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารไฟโตสเตอรอลและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย เมล็ดข้าวกล้อง พันธุ์โฮมมาลี หอมพิมาย หอมใบเตย ไรซ์เบอร์รี่ นิลสุรินทร์ และทับทิมชุมแพ ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไฟโตสเตอรอลและวิตามินอี ตามวิธีของ Thammapat et al. (2016) วิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH Different (Abdel-Aal & Hucl, 1999) วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดได้ ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method (Noreen et al., 2017) และวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging activity (Loypimai et al., 2015)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธี Least Significant Different (LSD) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป Statistic version 8.0

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

พันธุ์ข้าวที่แตกต่างกัน (Figure 1) มีผลทำให้ปริมาณไฟโตสเตอรอลแตกต่างกัน (Table 1) สารไฟโตสเตอรอลที่อยู่ในรูปของ Campesterol Stigmasterol β -Sitosterol Δ^5 -Avenasterol Δ^7 -Stigmasterol และ Δ^7 -Avenasterol ของข้าวพันธุ์ต่างๆ มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 144.6-165.60 10.33-19.15 28.88-33.84 2.81-5.55 8.38-12.92 และ 2.56-4.59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ

Campesterol, β -Sitosterol และ Stigmasterol เท่ากับ 69.85 14.53 และ 7.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่ข้าวพันธุ์โฮมมาลี หอมพิมาย และหอมใบเตยมีปริมาณไฟโตสเตอรอลทั้งหมดสูงสุดตามลำดับ (223.32 222.83 และ 221.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ) ซึ่งข้าวทั้ง 3 พันธุ์ดังกล่าวปริมาณไฟโตสเตอรอลทั้งหมดมีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ ไรซ์เบอร์รี่ และนิลสุรินทร์ (215.90 214.86 และ 214.70 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ)

ปริมาณวิตามินอีที่พบในเมล็ดข้าวกล้องซึ่งอยู่ในรูปของ α -Tocopherol, β -Tocopherol, γ -Tocopherol, δ -Tocopherol, α -Tocotrienol และ γ -Tocotrienol ของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (8.60-12.88 0.11-0.29 5.10-5.79 0.11-0.31 44.18-54.92 103.20-118.58 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ) แต่ไม่พบวิตามินอีที่อยู่ในรูปของ β -Tocotrienol และ δ -Tocotrienol พันธุ์ข้าวแตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณวิตามินอีแตกต่างกัน ส่วนมากพบว่าวิตามินอีอยู่ในรูป γ -Tocotrienol มากที่สุด เท่ากับ 62.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ α -Tocotrienol เท่ากับ 28.63 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิตามินอีที่อยู่ในรูป α -Tocopherol γ -Tocopherol δ -Tocopherol และ β -Tocopherol พบในปริมาณต่ำ เท่ากับ 5.82 3.11 0.13 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งข้าวพันธุ์โฮมมาลีมีปริมาณวิตามินอีทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์หอมพิมาย หอมใบเตย ทับทิมชุมแพ นิลสุรินทร์ และ ไรซ์เบอร์รี่ (Table 2)

พันธุ์ข้าวต่างกันมีผลทำให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3) โดยที่ข้าวพันธุ์นิลสุรินทร์ ปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด รองลงมา คือ ไรซ์เบอร์รี่ และทับทิมชุมแพ ตามลำดับ (27.58 27.58 และ 21.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ) ซึ่งข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงกว่าข้าวพันธุ์หอมพิมาย โฮมมาลี และหอมใบเตย มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน เท่ากับ 1.36 1.10 และ 0.98 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดข้าวกล้องของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3) ข้าวพันธุ์หอมใบเตยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 368.11 มิลลิกรัม GAE ต่อ 100 กรัม รองลงมาคือ พันธุ์หอมพิมาย และ โฮมมาลี ตามลำดับ (336.98 327.83 มิลลิกรัม GAE ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ) ส่วนข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ทับทิมชุมแพ และ นิลสุรินทร์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ในปริมาณ 308.84 274.99 และ 265.98 มิลลิกรัม GAE ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และจากการวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวกล้อง โดยวิธี DPPH พบว่า กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวกล้องของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3) โดยที่ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด เท่ากับ 44.73 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ พันธุ์โฮมมาลี หอมใบเตย นิลสุรินทร์ และ ทับทิมชุมแพ ตามลำดับ (43.29 43.48 42.24 และ 42.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ส่วนข้าวพันธุ์หอมพิมายมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างต่ำ (38.67 เปอร์เซ็นต์)



Figure 1 Six rice varieties including Som Malee, Hom Pimai, Hom Baitoei, Riceberry, Ninsurin and Tubtim Chum Phae

Table 1 Phytosterols in 6 rice varieties

Varieties	Campesterol (mg/100g)	Stigmasterol (mg/100g)	β -Sitosterol (mg/100g)	Δ^5 -Avenasterol (mg/100g)	Δ^7 -Stigmasterol (mg/100g)	Δ^7 -Avenasterol (mg/100g)	Total Phytosterol (mg/100g)
Som Malee	165.60 $\pm$ 1.18 ^{a1/}	10.33 $\pm$ 0.53 ^d	28.88 $\pm$ 0.15 ^c	5.55 $\pm$ 0.49 ^a	8.38 $\pm$ 0.32 ^d	4.59 $\pm$ 0.39 ^a	223.32 $\pm$ 2.04 ^a
Hom Pimai	156.51 $\pm$ 0.69 ^b	17.12 $\pm$ 0.81 ^{bc}	30.37 $\pm$ 0.45 ^b	2.94 $\pm$ 0.21 ^b	12.92 $\pm$ 0.35 ^a	2.97 $\pm$ 0.39 ^{cd}	222.83 $\pm$ 1.08 ^a
Hom Baitoei	154.74 $\pm$ 0.45 ^b	16.50 $\pm$ 0.57 ^c	30.96 $\pm$ 0.27 ^b	2.81 $\pm$ 0.26 ^b	12.13 $\pm$ 0.20 ^b	4.01 $\pm$ 0.22 ^{ab}	221.15 $\pm$ 0.67 ^a
Riceberry	147.34 $\pm$ 0.51 ^c	17.77 $\pm$ 0.22 ^b	33.55 $\pm$ 0.67 ^a	2.99 $\pm$ 0.15 ^b	10.65 $\pm$ 0.29 ^c	2.56 $\pm$ 0.21 ^d	214.86 $\pm$ 1.46 ^b
Ninsurin	144.68 $\pm$ 2.14 ^d	19.15 $\pm$ 0.63 ^a	33.84 $\pm$ 1.19 ^a	2.92 $\pm$ 0.36 ^b	11.52 $\pm$ 0.50 ^b	2.59 $\pm$ 0.49 ^d	214.70 $\pm$ 5.11 ^b
Tubtim Chum Phae	148.18 $\pm$ 0.39 ^c	17.41 $\pm$ 0.49 ^{bc}	33.20 $\pm$ 0.41 ^a	2.95 $\pm$ 0.31 ^b	10.77 $\pm$ 0.44 ^c	3.39 $\pm$ 0.33 ^{bc}	215.90 $\pm$ 1.13 ^b
Mean	152.84 $\pm$ 0.89	16.38 $\pm$ 0.54	31.80 $\pm$ 0.53	3.36 $\pm$ 0.30	11.06 $\pm$ 0.35	3.35 $\pm$ 0.34	218.79 $\pm$ 1.77
%	69.85	7.49	14.53	1.54	5.06	1.53	100.00
F-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	0.71	3.48	1.97	9.42	3.28	10.47	1.14

^{1/}Mean values $\pm$ standard deviation of determinations for triplicate samples. Values with different superscripts in each column were significantly different at 0.05 probability level. ** = significant at P< 0.01.

Table 2 Vitamin E in 6 rice varieties

Varieties	α -Tocopherol (mg/100g)	β -Tocopherol (mg/100g)	γ -Tocopherol (mg/100g)	δ -Tocopherol (mg/100g)	α -Tocotrienol (mg/100g)	γ -Tocotrienol (mg/100g)	Total vitamin E (mg/100g)
Som Malee	10.99 $\pm$ 0.42 ^{a1/}	0.11 $\pm$ 0.02 ^d	5.40 $\pm$ 0.14 ^{bc}	0.14 $\pm$ 0.01 ^c	53.76 $\pm$ 2.24 ^a	113.41 $\pm$ 0.66 ^b	183.80 $\pm$ 1.19 ^a
Hom Pimai	10.48 $\pm$ 0.32 ^c	0.18 $\pm$ 0.02 ^c	5.79 $\pm$ 0.16 ^a	0.11 $\pm$ 0.02 ^c	54.92 $\pm$ 0.95 ^a	107.28 $\pm$ 0.48 ^d	178.76 $\pm$ 1.11 ^b
Hom Baitoei	12.88 $\pm$ 0.18 ^a	0.11 $\pm$ 0.02 ^d	5.66 $\pm$ 0.08 ^{ab}	0.19 $\pm$ 0.02 ^b	49.72 $\pm$ 0.74 ^b	109.48 $\pm$ 0.88 ^c	178.04 $\pm$ 0.08 ^b
Riceberry	9.66 $\pm$ 0.12 ^d	0.25 $\pm$ 0.02 ^{ab}	5.10 $\pm$ 0.17 ^d	0.28 $\pm$ 0.03 ^a	46.99 $\pm$ 0.53 ^c	103.29 $\pm$ 0.89 ^e	165.59 $\pm$ 1.39 ^c
Ninsurin	8.60 $\pm$ 0.15 ^f	0.24 $\pm$ 0.02 ^b	5.37 $\pm$ 0.18 ^c	0.30 $\pm$ 0.02 ^a	44.18 $\pm$ 0.40 ^d	118.58 $\pm$ 1.12 ^a	177.29 $\pm$ 1.03 ^b
Tubtim Chum Phae	9.18 $\pm$ 0.20 ^e	0.29 $\pm$ 0.02 ^a	5.74 $\pm$ 0.11 ^a	0.31 $\pm$ 0.03 ^a	54.35 $\pm$ 0.48 ^a	108.11 $\pm$ 0.43 ^{cd}	177.98 $\pm$ 0.44 ^b
Mean	10.30 $\pm$ 1.45	0.20 $\pm$ 0.07	5.51 $\pm$ 0.28	0.22 $\pm$ 0.08	50.65 $\pm$ 4.29	110.03 $\pm$ 5.57	176.91 $\pm$ 5.75
%	5.82	0.12	3.11	0.13	28.63	62.19	100.00
F-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	2.45	9.69	2.63	9.72	2.17	0.71	0.66

^{1/}Mean values $\pm$ standard deviation of determinations for triplicate samples. Values with different superscripts in each column were significantly different at 0.05 probability level. ** = significant at P< 0.01.

Table 3 Anthocyanin total phenolics and free radical scavenging activity determined by DPPH method

Varieties	Anthocyanin (mg/100g)	Total phenolics (mgGAE/100g)	DPPH (% Inhibition)
Som Malee	1.10 $\pm$ 0.16 ^{a1/}	327.83 $\pm$ 4.44 ^b	43.29 $\pm$ 0.23 ^b
Hom Pimai	1.36 $\pm$ 0.11 ^d	336.98 $\pm$ 7.03 ^b	38.67 $\pm$ 0.71 ^d
Hom Baitoei	0.98 $\pm$ 0.16 ^d	368.11 $\pm$ 6.07 ^a	43.48 $\pm$ 0.45 ^b
Riceberry	27.58 $\pm$ 0.52 ^b	308.84 $\pm$ 5.72 ^c	44.73 $\pm$ 0.46 ^a
Ninsurin	28.67 $\pm$ 0.25 ^a	265.98 $\pm$ 10.78 ^d	42.24 $\pm$ 0.89 ^c
Tubtim Chum Phae	21.71 $\pm$ 0.36 ^c	274.99 $\pm$ 8.78 ^d	42.19 $\pm$ 0.38 ^c
F-test	**	**	**
C.V. (%)	2.18	2.38	1.32

^{1/}Mean values $\pm$ standard deviation of determinations for triplicate samples. Values with different superscripts in each column were significantly different at 0.05 probability level. ** = significant at P< 0.01.

จากการศึกษาครั้งนี้สารไฟโตสเตอรอลส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ Campesterol, β -Sitosterol และ Stigmasterol ข้าวพันธุ์โสมมาลี หอมพิมาย และหอมไเบเตยมีปริมาณไฟโตสเตอรอลทั้งหมดสูงกว่าข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ ไรซ์เบอร์รี่ และนิลสุรินทร์ จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าข้าวกล้องที่เป็นข้าวเจ้าเมล็ดข้าวกล้องสีขาวมีปริมาณของสารไฟโตสเตอรอลทั้งหมดในเมล็ดสูงกว่าข้าวกล้องที่มีสีสีแดง สีม่วง หรือสีดำ ซึ่งข้าวพันธุ์โสมมาลี หอมพิมาย และหอมไเบเตยทั้ง 3 สายพันธุ์เป็นข้าวเจ้าที่มีเมล็ดข้าวกล้องสีขาว ในขณะที่ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ ไรซ์เบอร์รี่ และนิลสุรินทร์ ซึ่งเป็นข้าวเจ้าที่เมล็ดข้าวกล้องมีสีแดง สีม่วง และสีดำ ตามลำดับ Marangoni & Poli (2010) รายงานว่า มีปริมาณไฟโตสเตอรอลทั้งหมดในเมล็ดข้าวเจ้า 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แต่ปริมาณไฟโตสเตอรอลทั้งหมดจะพบในปริมาณสูงที่สุดในน้ำมันรำข้าว เท่ากับ 1,830 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เช่นเดียวกันกับ Van Hoed et al. (2006) พบว่า ปริมาณสารไฟโตสเตอรอลพบมากในน้ำมันข้าวดิบ 2.94 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าข้าวกล้องมีปริมาณของสารไฟโตสเตอรอลทั้งหมดอยู่ในปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับปริมาณของสารไฟโตสเตอรอลทั้งหมดในน้ำมันรำข้าว ดังนั้น จำควรนำเอารำข้าวจากสายพันธุ์ที่มีปริมาณสารไฟโตสเตอรอลสูงไปสกัดเป็นน้ำมันรำข้าว ในขณะที่เมล็ดข้าวเมล็ดข้าวนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องที่มีสารไฟโตสเตอรอลในปริมาณสูง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาารูปของสารไฟโตสเตอรอลที่มีประโยชน์มาก คือ β -Sitosterol ซึ่งสามารถป้องกันมะเร็งได้หลายชนิด เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งเต้านม และมะเร็งในลำไส้ใหญ่ พบว่า นิลสุรินทร์ ไรซ์เบอร์รี่ และ ทับทิมชุมแพ มีปริมาณ β -Sitosterol สูงกว่าข้าวพันธุ์โสมมาลี หอมพิมาย และ หอมไเบเตย ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณของสารไฟโตสเตอรอลแต่ละรูปแบบที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกันออกไป

วิตามินอีและสารประกอบฟีนอลิกได้รับความสนใจเพราะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติซึ่งปลอดภัยกว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์ (Yim et al., 2013) การศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณวิตามินอีซึ่งอยู่ในรูปของ α -Tocopherol β -Tocopherol γ -Tocopherol δ -Tocopherol α -Tocotrienol และ γ -Tocotrienol ของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ข้าวแตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณวิตามินอีแตกต่างกัน ส่วนมากพบว่าวิตามินอีอยู่ในรูป γ -Tocotrienol มากที่สุด (62.19 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ α -Tocotrienol (28.63 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งข้าวพันธุ์โสมมาลีมีปริมาณวิตามินอีทั้งหมดสูงสุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์หอมพิมาย หอมไเบเตย ทับทิมชุมแพ นิลสุรินทร์ และ ไรซ์เบอร์รี่ เช่นเดียวกันกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดข้าวกล้อง พบว่า ข้าวพันธุ์หอมไเบเตยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือ พันธุ์หอมพิมาย และ โสมมาลี ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์นิลสุรินทร์ ไรซ์เบอร์รี่ และทับทิมชุมแพ แต่ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์นี้กลับมีปริมาณของสารแอนโทไซยานินในปริมาณสูงกว่า 3 สายพันธุ์แรก จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงและสารแอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของข้าว และจาก

การวัดกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวกล้อง จำนวน 6 พันธุ์ โดยวิธี DPPH พบว่า กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวกล้องของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือ พันธุ์โสมมาลี หอมไเบเตย นิลสุรินทร์ และ ทับทิมชุมแพ ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์หอมพิมายมีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ Shen et al. (2009) ข้าวสีขาวย ข้าวสีแดง และข้าวสีดำมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้น้อยไปหามาก ตามลำดับ Walter et al. (2013) ได้ทำการศึกษาคณสมบัติของการต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้อง ข้าวสีแดงและข้าวสีดำและผลจากกระบวนการแปรรูปข้าวพบว่า สายพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกันส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกที่ละลายได้ทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากงานวิจัยของ Sompong et al. (2011) ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวสีแดงและข้าวสีดำสายพันธุ์ไทย จีน และศรีลังกาพบว่า มีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 19.40-140.80 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมีในข้าวดำมากที่สุด ส่วนปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของข้าวแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งข้าวสายพันธุ์ไทยพบว่ามีสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงที่สุด

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ สารไฟโตสเตอรอล วิตามินอี แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิกแตกต่างกัน และส่งผลทำให้มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน ซึ่งข้าวพันธุ์ที่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงนั้นอาจเป็นผลเนื่องมาผลรวมของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลาย ๆ ชนิดรวมกัน ดังนั้น การเลือกบริโภคข้าวเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง อาจได้รับสารอาหารและสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพไม่เพียงพอ การบริโภคข้าวเพื่อสุขภาพ หรือบริโภคข้าวเพื่อเป็นยา ควรเลือกบริโภคข้าวหลายชนิดรวมกัน ซึ่งอาจจะนำข้าวกล้องที่มีสีเข้มมาผสมกับข้าวกล้องสีขาว เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมกับข้าวโสมมาลี หรือผสมกับข้าวหอมไเบเตย เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

ข้าวพันธุ์โสมมาลี หอมพิมาย และหอมไเบเตยมีปริมาณไฟโตสเตอรอลทั้งหมดสูงกว่าข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ ไรซ์เบอร์รี่ และนิลสุรินทร์ ซึ่งข้าวพันธุ์โสมมาลีมีปริมาณวิตามินอีทั้งหมดสูงสุดและมีปริมาณมากกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ ในทางตรงกันข้ามข้าวพันธุ์นิลสุรินทร์กลับมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงสุด รองลงมา คือ ไรซ์เบอร์รี่ และทับทิมชุมแพ ตามลำดับ ซึ่งข้าวทั้ง 3 พันธุ์นี้ มีปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สูงกว่าข้าวพันธุ์หอมพิมาย โสมมาลี และหอมไเบเตย ข้าวพันธุ์หอมไเบเตยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือ พันธุ์หอมพิมาย และ โสมมาลี ตามลำดับ โดยที่ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือ พันธุ์โสมมาลี หอมไเบเตย นิลสุรินทร์ ทับทิมชุมแพ และ หอมพิมาย ตามลำดับ พันธุ์ข้าวที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอยู่ในปริมาณสูงสามารถนำไปบริโภคเป็นข้าวเพื่อสุขภาพได้ โดยอาจนำไปแปรรูปเป็นข้าวกล้อง 3 สี หรือข้าวกล้องหลาย ๆ สี ตลอดจนนำไปแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอกเพื่อเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางชนิดและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อไป

References

- Abdel-Aal, E. S. M., & Hucl, P. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chemistry*, 76(3), 350-354.
- Akinmoladun, A. C., Ibukun A., Afor, E., Obuotor, E. M., & Farombi, O. (2007). Phytochemical constituent and antioxidant activity of extract from the leaves of *Ocimum gratissimum*. *Scientific Research and Essays*, 2(5), 163-166.
- Awad, A. B., & Fink, C. S. (2000). Phytosterols as anticancer dietary components: evidence and mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, 130(9), 2127-2130. doi: 10.1093/jn/130.9.2127
- Butsat, S., & Siriamornpun, S. (2010). Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice. *Food Chemistry*, 119(2), 606-613.
- Debier, C., & Larondelle, Y. (2005). Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. *British Journal of Nutrition*, 93(2), 153-174. doi: 10.1079/bjn20041308.
- Garcia, C. A., Gavino, G., Mosqueda, M. B., Hevia, P., & Gavino, V. C. (2007). Correlation of tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol and total polyphenol content in rice bran with different antioxidant capacity assays. *Food Chemistry*, 102(4), 1228-1232.
- Lampi, A. M., Dimberg, L. H., & Kamal-Eldin, A. K. (1999). A study on the influence of fucosterol on thermal polymerisation of purified high oleic sunflower triacylglycerols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(4), 573-579.
- Loypimai, P., Moongngarm, A., & Chottanom, P. (2015). Impact of stabilization and extraction methods on chemical quality and bioactive compounds of rice bran oil. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(11), 849-856. doi: 10.9755/ejfa.2015.09.738
- Marangoni, F., & Poli, A. (2010). Phytosterols and cardiovascular health. *Pharmacological Research*, 61(3), 193-199. doi: 10.1016/j.phrs.2010.01.001
- Moreau, R. A., Whitaker, B. D., & Hicks, K. B. (2002). Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. *Progress in Lipid Research*, 41(6), 457-500. doi: 10.1016/s0163-7827(02)00006-1
- Noreen, H., Semmar, N., Farman, M., & McCullagh, J. S. O. (2017). Measurement of total phenolic content and antioxidant activity of aerial parts of medicinal plant *Coronopus didymus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(8), 792-801.
- Nystrom, L., Achrenius, T., Lampi, A. M., Moreau, R. A., & Piironen, V. (2007). A comparison of the antioxidant properties of steryl ferulates with tocopherol at high temperatures. *Food Chemistry*, 101(3), 947-954.
- Ostlund, R. E. (2002). Phytosterols in human nutrition. *Annual Review of Nutrition*, 22(1), 533-549. doi: 10.1146/annurev.nutr.22.020702.075220
- Rice Family Thailand (2023). *High nutritious rice*. Accessed May 9, 2023. Retrieved from <https://www.thaicedb.com/rice.php?cid=6> (in Thai)
- Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., & Bao, J. (2009). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *Journal of Cereal Science*, 49(1), 106-111. doi:10.1016/j.jcs.2008.07.010
- Sompong, R., Siebenhandl-Ehn, S., Linsberger-Martin, G., & Berghofer, E. (2011). Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. *Food Chemistry*, 124(1), 132-140. doi:10.1016/j.foodchem.2010.05.115
- Tapiero, H., Townsend, D. M., & Tew, K. D. (2003). Phytosterols in the prevention of human pathologies. *Biomed Pharmacother*, 57(8), 321-325. doi: 10.1016/s0753-3322(03)00104-5
- Thammapat, P., Meeso, N., & Siriamornpun, S. (2016). Effects of the traditional method and an alternative parboiling process on the fatty acids, vitamin E, γ -oryzanol and phenolic acids of glutinous rice. *Food Chemistry*, 194, 230-236. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.08.014
- Van Hoed, V., Depaemelaere, G., Ayala, J. V., Santiwattana, P., Verhe, R., & De Greyt, W. (2006). Influence of chemical refining on the major and minor components of rice bran oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83, 315-321.
- Vichapong, J., Sookserm, M., Srijesdaruk, V., Swatsitang, P., & Srijaranai, S. (2010). High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9), 1325-1330.
- Walter, M., Marchesan, E., Massoni, P. F. S., da Silva, L. P., Sartori, G. M. S., & Ferreira, R. B. (2013). Antioxidant properties of rice grains with light brown, red and black pericarp colors and the effect of processing. *Food Research International*, 50(2), 698-703.

- Wang, Q., Han, P., Zhang, M., Xia, M., Zhu, H., Ma, J., Hou, M., Tang, Z., & Ling, W. (2007). Supplementation of black rice pigment fraction improves antioxidant and anti-inflammatory status in patients with coronary heart disease. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 16(Suppl. 1), 295-301.
- Yim, J. H., Seon, J. K., Song, E. K., Choi, J. I., Kim, M. C., Lee, K. B., & Seo, H. Y. (2013). A comparative study of meniscectomy and nonoperative treatment for degenerative horizontal tears of the medial meniscus. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(7), 1565-1570. doi: 10.1177/0363546513488518
- Yoshida, Y., Saito, Y., Jones, L. R., & Shigeri, Y. (2007). Chemical reactivities and physical effects in comparison between tocopherols and tocotrienols: physiological significance and prospects as antioxidant. *Journal of Biosciences and Bioengineering*, 104(6), 439-445.

Research article

Phytosterols and bio-active compounds in some rice varieties

Vethin Raksapon¹ Pornpisanu Thammapat² and Sumran Pimratch^{1*}

¹Program in Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000, Thailand

²Program in Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham, 44000, Thailand

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 10 May 2023

Revised: 4 June 2023

Accepted: 6 June 2023

Online published: 12 June 2023

Keyword

Indigenous rice

Functional rice products

Husked rice

Bio-active compounds

Antioxidant

ABSTRACT

The objectives of this study were to quantify phytosterols and bio-active compounds and to determine antioxidant activity in some rice varieties. The experiment was laid out in a completely randomized design with three replications. Six rice varieties including Som Malee, Hom Pimai, Hom Baitoey, Riceberry, Ninsurin and Tubtim Chum Phae were analyzed for phytosterols, vitamin E, anthocyanins, total phenolics and antioxidant activity determined by DPPH method. Significant differences among rice varieties were observed for phytosterols, vitamin E, anthocyanins, total phenolics and antioxidant activity. Campesterol, β -sitosterol and Stigmasterol were found predominantly in rice grains accounting for 69.85, 14.53 and 7.49 % of total phytosterols, respectively. Som Malee, Hom Pimai and Hom Baitoey had the highest total phytosterols, respectively, and they were significantly higher than Riceberry, Ninsurin and Tubtim Chum Phae. γ -tocotrienol contributed to the largest proportion to total vitamin E in rice grain (62.19 %) followed by α -tocotrienol (28.63 %), whereas α -tocopherol, γ -tocopherol, δ -tocopherol and β -tocopherol contributed to the smallest proportion of total vitamin E. Som Malee had the highest total vitamin E, which was significantly higher than other rice varieties. Ninsurin, Riceberry and Tubtim Chum Phae had the highest anthocyanin, respectively. Riceberry had the highest antioxidant activity followed by Som Malee, Hom Baitoey, Ninsurin, Tubtim Chum Phae and Hom Pimai, respectively. Differences bio-active compounds contributed to antioxidant activity indifferent rice varieties, and consuming only one rice variety may not provide sufficient bioactive compounds. Therefore, the rice consumption as functional or medicinal food, it is highly recommended to mix brown rice of more than one variety. The mixed brown rice between white and colored rice including Riceberry, Som Malee and Haum Baitoey as multigrain rice is recommended as an excellent option for healthy.

*Corresponding author

E-mail address: sumranp@gmail.com (S. Pimratch)

Online print: 12 June 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.13>