



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

บทความวิจัย

ผลของระยะเวลาและอุณหภูมิในการงอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริกในข้าวไทยบางชนิด

พรพิชญ ธรรมปัทม^{1*} กฤษฎา ไชยสิทธิ์¹ และ ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 21 สิงหาคม 2564

แก้ไข: 15 กันยายน 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 ตุลาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 15 ธันวาคม 2564

คำสำคัญ

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

เวลา

อุณหภูมิ

การงอก

บทคัดย่อ

ข้าวประกอบด้วยชั้นรำ เอนโดสเปิร์มและแกลบ ซึ่งมีส่วนประกอบทางโภชนาการและหน้าที่ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น เส้นใยอาหาร แกมมา-โอโรซานอล วิตามิน และแร่ธาตุ การงอกเป็นเทคนิคหนึ่งในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสและคุณภาพทางโภชนาการของข้าว ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงของระยะเวลาการงอกที่ต่างกัน (24, 48 และ 72 ชั่วโมง) และอุณหภูมิ (30, 35 และ 45 องศาเซลเซียส) ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก (GABA) ของข้าว กข 6 และข้าวหอมใบเตยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการงอก ผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริกของข้าว กข 6 และข้าวหอมใบเตยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาและอุณหภูมิในการงอกเพิ่มขึ้น ข้าว กข 6 และข้าวหอมใบเตยที่ผ่านการงอกที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริกของข้าว กข 6 และข้าวหอมใบเตยมีปริมาณสูงสุดเมื่อทำการงอกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง ($p < 0.05$)

บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญของคนไทย เอเชีย รวมไปถึงประชากรอีกหลายชนชาติบนโลก ข้าวจัดเป็นผลิตผลทางการเกษตรของไทยที่มีปริมาณผลผลิตเป็นอันดับหนึ่งมาหลายทศวรรษติดต่อกัน การส่งออกข้าวของไทยในปี พ.ศ. 2563 มีปริมาณการส่งออกถึง 5.73 ล้านตัน โดยประเทศผู้นำเข้าข้าวไทย 5 อันดับแรกประกอบด้วย สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร จีน แคนาดา สิงคโปร์ (Office of Agricultural Economics, 2020)

ข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวกูไทที่อาศัยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของไทย โดยในปัจจุบันกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งได้มีการพัฒนามาโดยตลอด เพื่อปรับปรุง

คุณภาพให้ดีขึ้นทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระดับอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละระดับการผลิตก็มีเทคนิคที่ต่างกันบางส่วน แต่กระบวนการผลิตส่วนใหญ่แล้วมีขั้นตอนการผลิตที่คล้ายกัน คือประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักต่อเนื่องกัน ได้แก่ 1) การแช่และการงอก (soaking and germination) 2) การนึ่ง (steaming) 3) การอบแห้ง (drying) และ 4) การสี (hulling) หรือกะเทาะเปลือกออก (Oli et al., 2014) การแช่และการงอก (soaking and germination) เป็นกระบวนการที่สำคัญโดยการนำข้าวเปลือกแช่ในน้ำประมาณ 6 – 24 ชั่วโมง เพื่อให้หน้าที่แช่ซึมผ่านเปลือกเข้าไปสู่เนื้อในเมล็ดข้าวจนอัมต้ว แล้วทำการงอกเป็นระยะเวลา 12 – 72 ชั่วโมง ส่วนการนึ่ง (steaming) คือ การนำข้าวเปลือกขึ้นจากการแช่และการงอกมานึ่งให้สุก เพื่อทำให้แบ่งภายในเมล็ด

* Corresponding author

E-mail address: Thammapat.p@gmail.com (P. Thammapat)

Online print: 15 December 2021 Copyright 2021 © 2021. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.20>

ข้าวเปลือกเกิดเป็นเจล (gelatinization) ซึ่งจะส่งผลทำให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดหลังการสีเพิ่มขึ้น รวมทั้งคุณภาพของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งจะดีขึ้น การอบแห้ง (drying) เป็นการนำข้าวหนึ่งมาทำการอบแห้ง โดยการตากแดดหรืออบ เพื่อให้ข้าวเปลือกมีความชื้นเหมาะสมต่อการสีและการเก็บรักษา และการสี (hulling) หรือกะเทาะเปลือกออก คือ การแยกเปลือกออกไป เพื่อให้ได้ข้าวในลักษณะข้าวกล้อง (Kumar et al., 2018)

ข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งเป็นสินค้าที่มีศักยภาพในการแข่งขันในตลาดสูง เพราะมีจุดเด่นหลายประการ อาทิ มีกลิ่นหอม สีสวย อุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร เป็นที่ต้องการของตลาดและขายได้ราคาสูงกว่าข้าวขาวทั่วไป ซึ่งข้าวกล้องงอกยังอุดมไปด้วยวิตามินบี เกลือแร่ เส้นใย และมีองค์ประกอบที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมทางชีวภาพของร่างกายได้ดีกว่าข้าวกล้องปกติ (Patil and Khan, 2011; Weng et al., 2019) เช่น กรดฟีนอลิก กรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก (GABA) วิตามินอี (tocopherol, tocotrienol) และแกมมา-ออริซานอล (gamma-oryzanol) (Thammapat et al., 2016) ปัจจุบันมีการศึกษาถึงผลของปัจจัยต่าง ๆ ในการงอกข้าวหลายชนิด เช่น ระยะเวลาในการงอกต่อปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก (Jannoey et al., 2010) การใช้สภาวะความเป็นกรด-ด่างต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Banchuen et al., 2009) แต่การใช้อุณหภูมิร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการงอกยังมีน้อยมาก

จากปัญหาและความต้องการของผู้ประกอบการที่มีต่อกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง พบว่าปัญหาหลัก คือ ขาดองค์ความรู้ในการผลิต อัตราการผลิตข้าวต่อวันค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้ผู้ประกอบการไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการของตลาดที่สั่งซื้อเข้ามาเป็นจำนวนมาก และพบว่ายังขาดข้อมูลเชิงคุณภาพด้านกายภาพและทางเคมีในสภาวะของกระบวนการผลิตที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงสุด ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาผลของระยะเวลาและอุณหภูมิในการงอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริกในข้าวหอมใบเตยซึ่งเป็นข้าวท้องถิ่นของจังหวัดมหาสารคามและข้าวเหนียว กข 6 โดยข้าวทั้งสองชนิดผู้ประกอบการมีการผลิตเพื่อจำหน่ายทางการค้า ซึ่งจะเป็นแหล่งสารสนเทศในการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกให้มีความสามารถในการแข่งขันในตลาดต่อไป

วิธีการวิจัย

1. วัตถุประสงค์

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้าวเจ้าหอมใบเตย และข้าวเหนียว กข 6 จากฟาร์มเกษตรกรในเขตอำเภอกอสุ่มพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ทำการเก็บเกี่ยวในฤดูนาปีในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563

2. การเตรียมตัวอย่างข้าวงอก

นำข้าวเจ้าหอมใบเตย และข้าวเหนียว กข 6 มาคัดแยกสิ่งปลอมปน ล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำข้าวมาแช่น้ำโดยปริมาณข้าว : น้ำ คือ 1 : 3 ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำข้าวที่ผ่านการแช่แล้ว ทำการงอกโดยการใช้ผ้าขาวบางห่อไว้และวางไว้บนตะแกรงเพื่อไม่ให้ความชื้นระเหยออกไปเร็วเกินไปและเพื่อให้ความชื้นคงที่ ทำการงอกในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง โดยประยุกต์ใช้ตามวิธีของ Thammapat et al. (2015) การศึกษานี้ทำการงอกเป็นระยะเวลาสูงสุด 72 ชั่วโมง เนื่องจากถ้าทำการงอกเป็นระยะเวลานานมากกว่านี้ ทำให้รากข้าวมีความยาวมากจึงไม่สามารถนำไปใช้ได้

หลังผ่านการงอก นำข้าวที่ผ่านการงอกไปนึ่งและอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ให้ได้ปริมาณความชื้นต่ำกว่า 16 % d.b. (15 ± 0.46) นำมาสีกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกเพื่อเอาเปลือกออก นำข้าวที่ได้ไปทำการบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงร่อน (Sieving) ขนาด 250 μm และเก็บตัวอย่างในถุงทึบแสง (Aluminum foil) ที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดวิเคราะห์โดยใช้ Folin-Ciocalteu method ตามวิธีของ Abootalebian et al. (2016) โดยนำตัวอย่างมา 500 มิลลิกรัม ทำการเติมสารละลายเมทานอล 80 % ทำการปั่นผสมและกรองเอาตัวอย่างมา 0.5 มิลลิลิตร ทำการเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent (0.2 N) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ทำการตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วทำการเติมสารละลาย sodium carbonate (7.5%, w/v) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer ใช้สารละลาย gallic acid เป็นสารละลายมาตรฐานในช่วงความเข้มข้น 50 – 200 มิลลิกรัมต่อลิตร คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในรูปมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก (mg GAE/g d.b.)

4. วิเคราะห์ปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก

การวิเคราะห์ปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก โดยนำตัวอย่างข้าวมาทำการสกัดด้วยกรดอะซิติก (4 % v/v) ใน เอทานอล ทำการเขย่าที่อุณหภูมิห้องที่ 150 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง และทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 20 นาที ทำการกรองแล้วนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotavapor R – 210, BUCHI) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทำการเติมเมทานอลปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่าน syringe filter membrane ขนาด 0.2 μm นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC – MS (HP 1100 Binary/G1946A) โดยใช้คอลัมน์

HP C18 ขนาด 2.1x150 มิลลิเมตรโดยใช้เมทานอลและกรดฟอร์มิก 1 % ที่ความเร็ว 0.2 มิลลิลิตร/นาที เป็นเฟสเคลื่อนที่

5.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (Duncan New Multiple Range Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 95 %

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

1.ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในกระบวนการงอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากการศึกษาผลของสภาวะในการงอกข้าวเหนียว กข 6 และข้าวเจ้าหอมใบเตย ที่อุณหภูมิและระยะเวลาในการงอกต่างกัน 3 ระดับ คือ 30, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการงอกสูงขึ้น เช่นเดียวกับระยะเวลา กล่าวคือเมื่อใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้น จะทำให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเช่นกัน ($p < 0.05$) (Figure 1 และ Figure 2)

เนื่องจากกระบวนการงอกจะทำให้เอนไซม์ต่าง ๆ (phosphoenolpyruvate, d-erythrose-4-phosphate) ภายในเมล็ดข้าวเริ่มทำงานและย่อยสลายสารประกอบโมเลกุลใหญ่เพื่อใช้ในกระบวนการสร้างอาหารให้กับต้นอ่อนของข้าว จึงทำให้สารประกอบฟีนอลิกดังกล่าวเพิ่มขึ้น (Thammapat et al., 2016) ข้าวประกอบด้วยกรดฟีนอลิกและไกลโคไซด์ทั้งที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำ สารประกอบฟีนอลส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งจะจับกับพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผนังเซลล์ของพืช (Miller et al., 2000) ที่ระดับอุณหภูมิในการงอก 45 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 72 ชั่วโมง มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด การเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการงอกที่ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นนั้น เนื่องจากในระหว่างกระบวนการงอก เอนไซม์ในเมล็ดข้าวจะมีการย่อยสลายและสร้างสารต่าง ๆ เพื่อใช้ในกระบวนการเจริญของต้นอ่อนทำให้สารดังกล่าวมีปริมาณสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tian et al. (2004) และ Yang et al. (2001) ที่รายงานไว้ว่ากระบวนการงอกกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหารและสารประกอบฟีนอลิกในระหว่างกระบวนการงอก โดยระหว่างกระบวนการงอกผนังเซลล์ของพืชถูกย่อยทำให้ได้สารประกอบฟีนอลิกรูปอิสระเพิ่มขึ้น

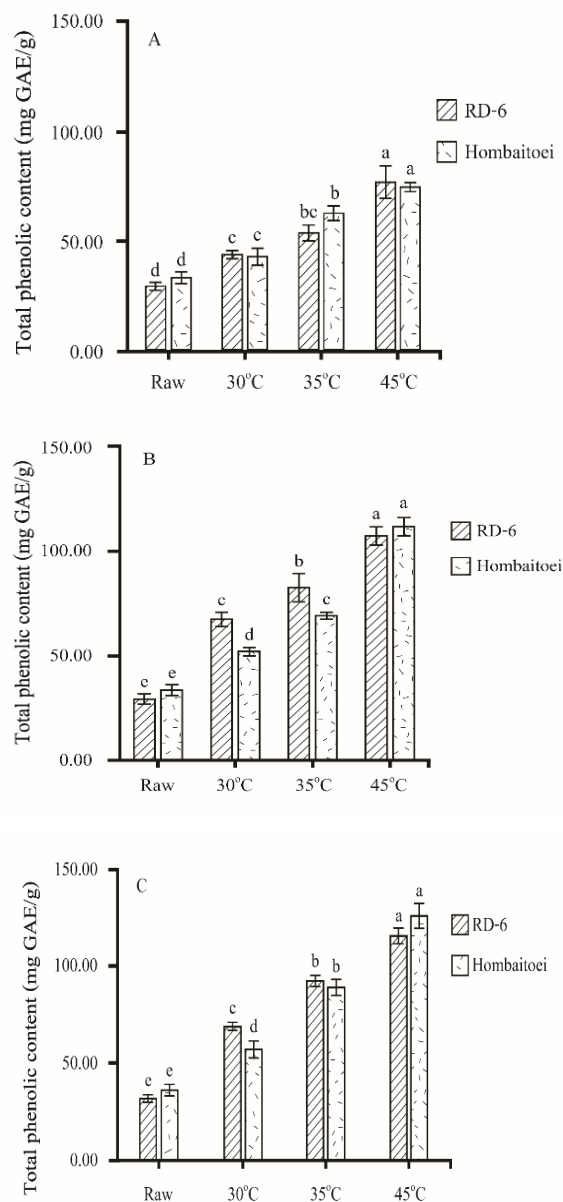


Figure 1 Total phenolic content of RD – 6 and hombaitoei rice at different germination temperature, (A) 24 h. ; (B) 48 h. ; (C) 72 h. Different letters above the bars indicate significant differences ($p < 0.05$)

ส่งผลให้สารประกอบฟีนอลิกและกรดฟีนอลิกเพิ่มขึ้นได้ในระหว่างกระบวนการงอกและยังสอดคล้องกับการทดลองของ Yang et al. (2001) ที่รายงานไว้ว่าในระหว่างกระบวนการงอกทำให้ปริมาณสารอาหารรวมทั้งสารต้านออกซิเดชันต่าง ๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน

2.ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในกระบวนการงอกต่อปริมาณกรดแอมมา-อะมิโนบิวทริก

จากผลการศึกษาสภาวะในการงอกข้าวเหนียว กข 6 และข้าวเจ้าหอมใบเตย ที่อุณหภูมิและระยะเวลาในการงอกต่างกัน 3 ระดับ คือ 30, 35 และ 45 องศาเซลเซียส

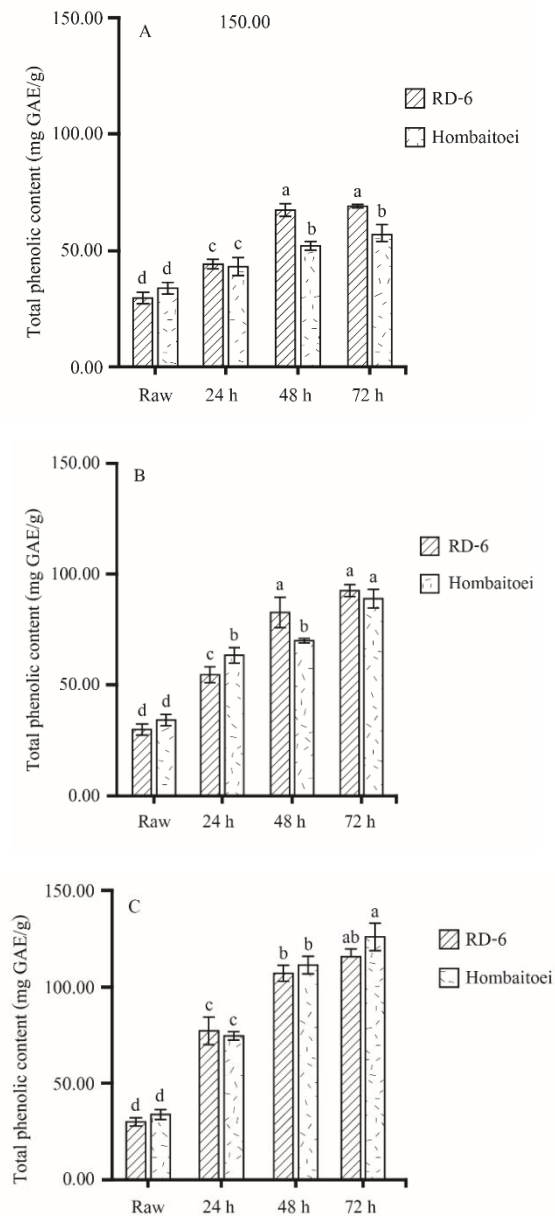


Figure 2 Total phenolic content of RD – 6 and hombaitoei rice at different germination time, (A) Room temperature ; (B) 35°C. ; (C) 45°C. Different letters above the bars indicate significant differences ($p < 0.05$)

เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ ที่มีต่อปริมาณกรดแอมมา-อะมิโนบิวทริก พบว่าปริมาณกรดแอมมา-อะมิโนบิวทริกจะลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิในการออกสูงกว่าอุณหภูมิห้องคือที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส (Figure 3)

เนื่องจากที่ระดับอุณหภูมิที่สูงเกินไปดังกล่าวเอนไซม์ (glutamate decarboxylase) ในกระบวนการสร้างกรดแอมมา-อะมิโนบิวทริกทำงานได้น้อยลง แต่ปริมาณกรดแอมมา-อะมิโนบิวทริกจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการออก ($p < 0.05$) (Figure 4)

ดังนั้นจึงพบว่าการออกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง จะทำให้ได้ปริมาณกรดแอมมา-อะมิโนบิวทริกสูงที่สุด คือ ในข้าวเจ้าหอมใบเตยเท่ากับ 3.27 มิลลิกรัม/กรัม และข้าวเหนียว กข 6 เท่ากับ มิลลิกรัม/กรัม

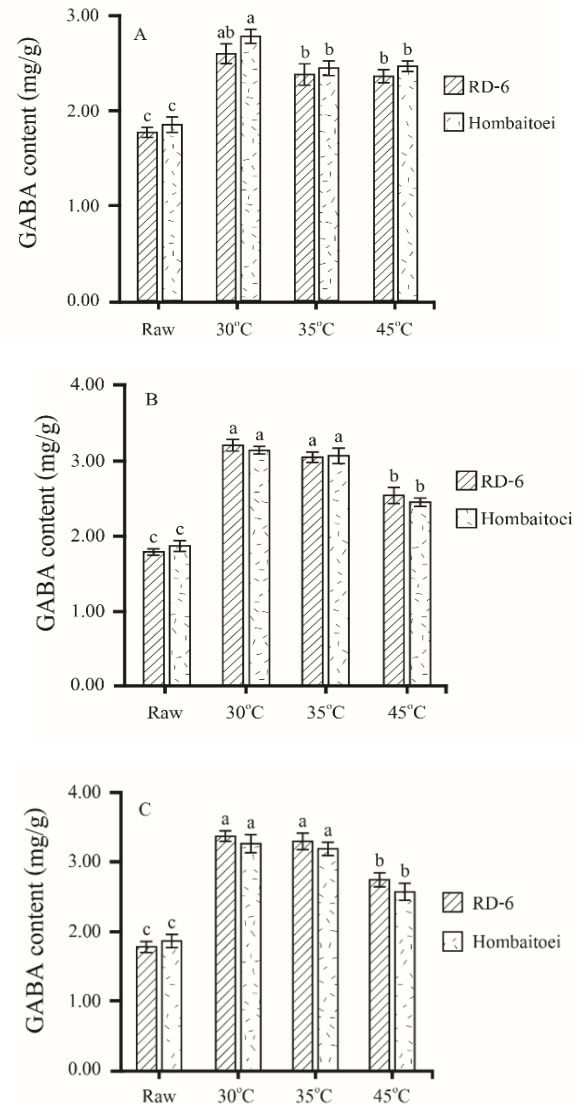


Figure 3 GABA content of RD – 6 and hombaitoei rice at different germination time, (A) Room temperature ; (B) 35°C. ; (C) 45°C. Different letters above the bars indicate significant differences ($p < 0.05$).

ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ohtsubo et al. (2005) ที่ได้รายงานไว้ว่าการแช่เมล็ดข้าวกล้องก่อนงอกในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำให้ข้าวกล้องดังกล่าวมีใยอาหารรวม กรดเพอร์รูริกวม และกรดแอมมา-อะมิโนบิวทริกสูงกว่าข้าวกล้องทั่วไปและข้าวขัดสี ซึ่งการสังเคราะห์กรดแอมมา-อะมิโนบิวทริกเกิดขึ้นจากกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation) ของกรดอะมิโนแอล-กลูตาเมต ในระหว่างการงอกด้วยเอนไซม์กลูตาเมตดีคาร์บอกซิเลส (Komatsuzaki et al., 2007)

Vongsudin et al. (2012) ได้รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของข้าวกล้อง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมนิล ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวดำ ที่ผ่านกระบวนการออกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และระยะเวลาออก 48 ชั่วโมง พบว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ที่ผ่านกระบวนการออกมีปริมาณวิตามินบี 1 สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

และกรดแกมมา-อะมิโนบิวทริกเพิ่มขึ้น 1 – 4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดข้าวที่ไม่ผ่านกระบวนการงอก นอกจากนั้น Wichamanee & Teerarat (2012) ยังได้รายงานถึงการงอกข้าวหอมมะลิแดงที่อุณหภูมิ 5 – 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 – 24 ชั่วโมง พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาส่งผลให้ปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทริกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

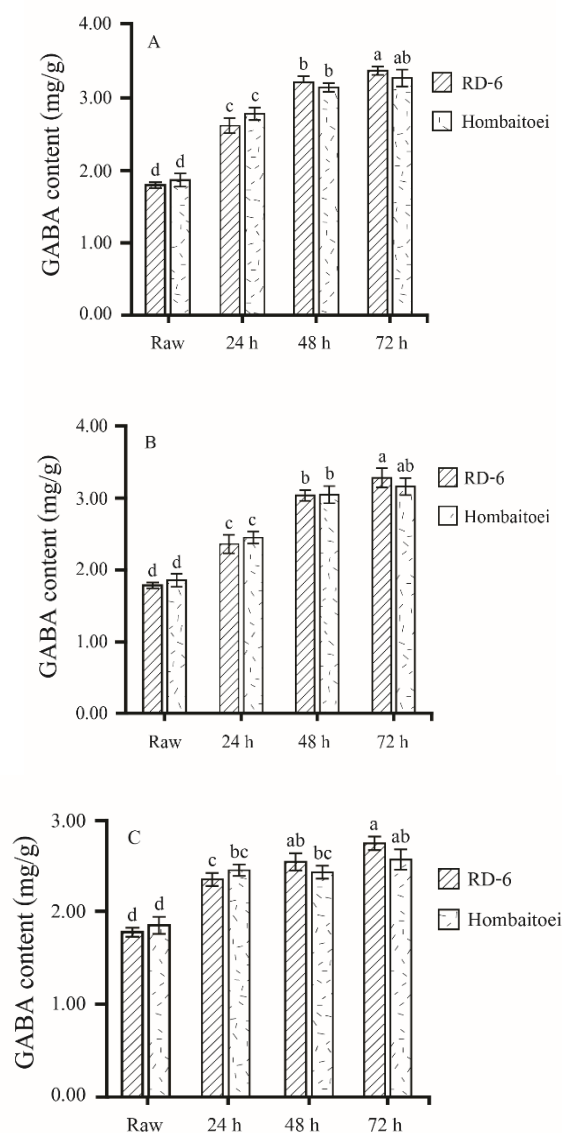


Figure 4 GABA content of RD-6 and hombaitoei rice at different germination temperature, (A) 24 h. ; (B) 48 h. ; (C) 72 h. Different letters above the bars indicate significant differences ($p < 0.05$).

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการงอกนั้น ส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการงอกนานขึ้นทำให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงขึ้น โดยการงอกข้าวทั้งสองชนิดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง จะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด ส่วนปริมาณสาร GABA ลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิในการงอกสูงกว่า

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และจะลดลงมากที่สุดเมื่อใช้อุณหภูมิในการงอกที่ 45 องศาเซลเซียส แต่เมื่อใช้ระยะเวลาในการงอกเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทริกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการงอก การงอกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมงทำให้ได้กรดแกมมา-อะมิโนบิวทริกสูงที่สุด

References

- Abbootalebian, M., Keramat, J., Kadivar, M., Ahmadi, F. & Abdinian, M. (2016). Comparison of total phenolic & antioxidant activity of different *Mentha spicata* & *M. longifolia* accessions. *Annals of Agricultural Sciences*, 61(2), 175–179.
- Banchuen, J., Thammarutwasik, P., Ooraike, B., Wuttijumnong, P. & Sirivongpaisal, P. (2009). Effect of germinating processes on bioactive component of Sangyod Muang Phatthalung rice. *Thai Journal of Agricultural Science*, 42(4), 191–199.
- Jannoey, P., Niamsup, H., Lumyong, S., Tajima, S., Nomura, M. & Chairrote, G. (2010). γ -aminobutyric acid (GABA) accumulations in rice during germination. *Chiang Mai Journal of Science*, 37(1), 124–133.
- Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N. & Kimura, T. (2007). Effect of soaking & gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Journal of Food Engineering*, 78, 556–560.
- Kumar, V., Singh, J., Chauhan, N., Chandra, S., Kumar, V. & Yadav, M. K. (2018). Process of paddy parboiling & their effects on rice : A Review. *Journal of Pharmacognosy & Phytochemistry*, SP1, 1727–1734.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A. & Kanter, M. (2000). Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits & vegetables. *Journal of the American College of Nutrition*, 19, 312S–319S.
- Office of Agricultural Economics. (2020). *Agricultural economic information by product in 2020*. Bangkok : Ministry of agriculture & cooperatives. (In Thai)
- Ohtsubo, K., Suzuki, K., Yasui, Y. & Kasumi, T. (2005). Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. *Journal of Food Composition & Analysis*, 18(4), 303–316.

- Oli, P., Ward, R., Adhikari, B. & Torley, P. (2014). Parboiled rice: Understanding from a materials science approach. *Journal of Food Engineering*, 124, 173–183.
- Patil, S.B. & Khan, K. (2011). Germinated brown rice as a value added rice product : A review. *Journal of Food Science & Technology*, 48(6), 661–667.
- Thammapat, P., Meeso, N. & Siriamornpun, S. (2015). Effects of NaCl & soaking temperature on the phenolic compounds, α -tocopherol, γ -oryzanol & fatty acids of glutinous rice. *Food Chemistry*, 175, 218–224.
- Thammapat, P., Meeso, N. & Siriamornpun, S. (2016). Effects of the traditional method & an alternative parboiling process on the fatty acids, vitamin E, γ -oryzanol & phenolic acids of glutinous rice. *Food Chemistry*, 194, 230–236.
- Tian, S., Nakamura, K. & Kayahara, H. (2004). Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice & germination brown rice. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 52, 4808–4813.
- Vongsudin, W., Ratthanatham, P., Laohakunjit, N. & Kerdchoechuen, O. (2012). Change of bioactive compounds in germinated rice. *Agricultural Science Journal*, 43(Suppl. 2), 553–556.
- Weng, X., Sun, M., Gao, H., Liu, Z., Huang, J., Liao, X. & Shen, G.X. (2019). Germinated brown rice, a whole grain with health benefits for common chronic diseases. *Nutrition Food Science*, 2(1), 1–17.
- Wichamanee, Y. & Teerarat, I. (2012). Production of germinated Red Jasmine brown rice & its physicochemical properties. *International Food Research Journal*, 19(4), 1649–1654.
- Yang, F. Basu, T.K. & Ooraikul, B. (2001). Studies on germination conditions & antioxidant contents of wheat grain. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, 52(4), 319–330.

Research article

Effects of germination time and temperature on total phenolic content and gamma-aminobutyric acid of some thai rice varietiesPornpisanu Thammapat^{1*}, Kitsada Chaiyasing¹ and Choothaweep Palakawong¹¹*Department of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham 44000*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 21 August 2021

Revised: 15 September 2021

Accepted: 5 October 2021

Online published: 15 December 2021

Keyword*Bioactive Compound**Time**Temperature**Germination***ABSTRACT**

Rice contains bran layers, endosperm and husk, where a variety of nutritional and biofunctional components, such as dietary fibers, gamma-oryzanol, vitamins, and minerals, exist. Germination is one of the techniques used to improve the texture and nutritional qualities of the rice. In this study, we investigated the effect of changes in different of germination time (24, 48 and 72 h) and temperature (30, 35 and 45oC) on the total phenolic content and gamma-aminobutyric acid (GABA) of RD-6 and Hombaitoei rice, compared with un-germinated samples. Overall, the total phenolic content and GABA of the RD-6 and Hombaitoei rice showed an increasing trend as germinated time and temperature increased. Germination at 45oC for 72 h provided the highest total phenolic content of RD-6 and Hombaitoei rice for the germination treatments tested ($p < 0.05$). Nevertheless, the amount of GABA of RD-6 and Hombaitoei rice was found to be the highest content at 30oC for 72 h of germination ($p < 0.05$).

^{*}Corresponding author

E-mail address: Thammapat.p@gmail.com (P. Thammapat)

Online print: 15 December 2021 Copyright © 2021. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.20>