Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 493-496 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 493-496 (2558)

ผลของการงอกและระยะเวลาในการนึ่งต่อคุณภาพของข้าวนึ่งสีเข้มที่อบแห้งด้วยฟลูอิไดซ์เบด

Effects of Germination and Steaming Time on Qualities of Dark Parboiled Rice Dried by Fluidized Bed Drying Technology

ธัชพล จุ้งเจริญ[1]และสมเกียรติ ปรัชญาวรากร[2]
Chungcharoen, T.[1] and, Prachayawarakorn, S.[2]

Abstract

The steaming and drying time of dark parboiled rice (DPR) are longer than that of light parboiled rice. These cause the increase in the production cost of DPR as compared to the light parboiled rice. The germination process would decrease the steaming and drying time. The objective of this work was to investigate the effect of germination and the steaming time on the qualities of DPR. The experiment results showed that the germination provided higher reducing sugar content and head rice yield as compared to the reference dark parboiled rice (RDPR). It also significantly decreased the hardness and whiteness value of the parboiled rice. Moreover, the germination could reduce the steaming time for producing the DPR. The longer steaming time caused the decrease of reducing sugar content and whiteness value whilst it caused the increase of head rice yield and hardness. The 60% germination and steaming time of 10 minutes were suitable conditions for producing dark parboiled brown rice using the germination process.

Keywords : dark parboiled rice, germination process, fluidized bed

บทคัดย่อ

ข้าวนึ่งสีเข้มจะใช้ระยะเวลาในการนึ่งและการอบแห้งที่นานกว่าข้าวนึ่งสีอ่อน ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตข้าวนึ่งสีเข้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวนึ่งสีอ่อน กระบวนการงอกน่าจะช่วยลดระยะเวลาในการนึ่งและการอบแห้งได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงผลกระทบของการงอกและ ระยะเวลาในการนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพของข้าวนึ่งสีเข้ม ผลการทดลองพบว่า กระบวนการงอกจะช่วยเพิ่มน้ำตาลรีดิวซ์ และร้อยละต้นข้าวให้สูงขึ้น แต่จะส่งผลให้ค่าความแข็งและค่าความขาวของข้าวนึ่งลดลงเมื่อเทียบกับข้าวนึ่งอ้างอิง มากไปกว่านั้นกระบวนการงอกยังช่วยลดระยะเวลาในการนึ่งในการผลิตข้าวนึ่งอีกด้วย ระยะเวลาในการนึ่งที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้น้ำตาลรีดิวซ์ และค่าความขาวลดลง แต่จะทำให้ค่าความแข็งและร้อยละต้นข้าวเพิ่มขึ้น เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวนึ่งโดยใช้กระบวนการงอกคือร้อยละการงอกที่ 60 และเวลาในการนึ่งที่ 10 นาที

คำสำคัญ : ข้าวนึ่งสีเข้ม / กระบวนการงอก / ฟลูอิไดซ์เบด

คำนำ

ข้าวนึ่ง (parboiled rice) คือรูปแบบผลิตภัณฑ์ข้าวที่ได้จากการนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดข้าว (Wimberly, 1983) ก่อนที่จะนำไปนึ่ง เพื่อทำให้เมล็ดข้าวเกิดเจลาทิไนเซชัน (gelatinization) และอบแห้ง เพื่อลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา แล้วจึงสีเอาเปลือกออก ข้าวนึ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ข้าวนึ่งสีอ่อนและข้าวนึ่งสีเข้ม ข้าวนึ่งสีเข้ม (Dark parboiled rice; DPR) เป็นข้าวนึ่งที่กำลังเป็นที่ต้องการของตลาด และมีราคาอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าข้าวนึ่งสีอ่อน การผลิตข้าวนึ่งสีเข้ม สามารถทำได้ด้วยวิธีเดียวกันกับข้าวนึ่งสีอ่อน แต่จะแตกต่างกันตรงที่จะใช้ระยะเวลาในการนึ่งและอบแห้งที่นานกว่าและ/หรืออุณหภูมิในการนึ่งและอบแห้งที่สูงกว่า กระบวนการดังกล่าวจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตข้าวนึ่งเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการผลิตข้าวนึ่งสีอ่อน จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ในงานวิจัยนี้จึงได้นำกระบวนการงอก มาประยุกต์ใช้กับการผลิตข้าวนึ่งสีเข้ม เนื่องจากในระหว่างการงอกนั้น เม็ดแป้งในเมล็ดข้าวจะถูกเอนไซม์ย่อยสลายให้กลายเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (Banchuen *et al.*, 2009) โดยน้ำตาลดังกล่าวนี้จะถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาหลักที่ทำให้สีของเมล็ดข้าวเข้มมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของน้ำตาลรีดิวซ์ในระหว่าง

[1] ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ฯ ปะทิว ชุมพร 86160
[1]Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, Pathio, Chumphon 86160
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140
[2]Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tungkru, Bangkok 10140

กระบวนการงอกนั้น ขึ้นอยู่กับร้อยละการงอกของเมล็ดข้าวกล่าวคือร้อยละการงอกที่สูง จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากขึ้น ร้อยละการงอกของเมล็ดข้าวจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการงอก ซึ่งระยะเวลาการงอกที่นานขึ้น จะทำให้โครงสร้างภายในของเมล็ดข้าวเกาะกันหลวมมากขึ้น ส่งผลให้เมล็ดข้าวเกิดเจลาทิไนเซชันได้ง่ายขึ้น ซึ่งน่าจะช่วยลดระยะเวลาในการนึ่งและอบแห้งลงได้ แต่อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการงอกที่นานขึ้น อาจส่งผลกระทบกับคุณภาพด้านอื่นๆของข้าวนึ่ง โดยเฉพาะร้อยละต้นข้าว และ เนื้อสัมผัสของข้าวนึ่ง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของกระบวนการงอก และระยะเวลาในการนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพของข้าวนึ่งสีเข้ม โดยจะพิจารณาคุณภาพในเรื่องของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ร้อยละต้นข้าว สี และสมบัติของเนื้อสัมผัส

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 (อายุหลังการเก็บเกี่ยว 1 เดือน) ถูกนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 30 35 และ 40°C เป็นระยะเวลาต่างๆ เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอก โดยจะเลือกอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวสามารถงอกได้รวดเร็วที่สุดมาใช้ในการศึกษา สำหรับระยะเวลาในการงอกที่ใช้ในการทดลองคือระยะเวลาที่ให้ร้อยละการงอกที่ 30 60 และ 90 (GDPR30, GDPR60 และ GDPR90) สำหรับข้าวงอกนึ่งอ้างอิง (RDPR) เตรียมโดยการนำข้าวเปลือกไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

นำตัวอย่าง GDPR มานึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 118°C เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที สำหรับ RDPR นึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 118°C เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำมาอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิ 130°C ด้วยความเร็วอากาศ 3.5 m/s ที่ความสูงเบด 10 cm (โดยประมาณ) ตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการนึ่งจะถูกอบแห้งจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ 22% (d.b.) หลังจากนั้นตัวอย่างจะถูกนำมาเก็บในที่อับอากาศเป็นเวลาประมาณ 30 นาที แล้วนำมาเป่าลมด้วยอากาศแวดล้อมจนกระทั่งมีความชื้นลดลงมาเหลือ 13-15% (d.b.)

คุณภาพของข้าวนึ่งสีเข้ม จะพิจารณาในเรื่องของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ จะตรวจสอบโดยวิธีของ AOAC (AOAC, 1993 Method No. 982.14, HPLC method) ร้อยละต้นข้าว ทำได้โดยใช้ข้าวเปลือกจำนวน 250 กรัม กะเทาะเปลือกออกโดยเครื่อง Satake bench-top dehusker จากนั้นนำข้าวที่ถูกกะเทาะเปลือกออกเหวี่ยงในตะแกรงกลมเพื่อหาน้ำหนักของต้นข้าว (เมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเต็มเมล็ดขึ้นไป) ทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง โดยร้อยละต้นข้าว คำนวณจากสัดส่วนของน้ำหนักของต้นข้าวต่อข้าวเปลือกเริ่มต้น สีของเมล็ดจะใช้วิธีการวัดค่าความขาว (Whiteness value) โดยใช้เครื่อง KETT whiteness meter รุ่น New Agronic (W-600) และสมบัติของเนื้อสัมผัสของข้าวนึ่งสีเข้ม โดยนำเมล็ดข้าวมาหุงสุกด้วยวิธีการนึ่ง โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1 ต่อ 2 เลือกเมล็ดที่มีความสมบูรณ์ ไม่มีการแตกร้าวมาทดสอบด้วยเครื่อง Texture Analyzer (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Ltd in Godalming, 219 Surrey UK.)

ผลและวิจารณ์ผล

ร้อยละการงอกของข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ แสดงดัง Figure 1 พบว่า ข้าวเปลือกจะเริ่มงอกหลังจากแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีร้อยละการงอกเท่ากับ 3 และ 8 ที่อุณหภูมิน้ำแช่ 30 และ 35°C ตามลำดับ ส่วนข้าวที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25°C จะเริ่มงอกที่เวลา 32 ชั่วโมง โดยมีร้อยละการงอกเท่ากับ 5 หลังจากนั้นร้อยละการงอกจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยมีร้อยละการงอกสูงสุดอยู่ที่ 95 โดยประมาณ เนื่องจากเมล็ดบางส่วนไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถงอกได้ ในขณะที่ข้าวเปลือกที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิ 40°C ไม่เกิดการงอก จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าข้าวเปลือกที่แช่น้ำที่อุณหภูมิที่ 35°C สามารถงอกได้ดีและรวดเร็วที่สุด ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิดังกล่าวมาใช้ในการศึกษาทดลอง โดยระยะเวลาที่ให้ร้อยละการงอกเท่ากับ 30 60 และ 90 คือ 24 32 และ 40 ชั่วโมง ตามลำดับ

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวที่ร้อยละการงอกและเวลาในการนึ่งต่างๆ แสดงดัง Figure 2 ข้าวที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการงอกจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 160.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม หลังจากนำข้าวไปผ่านกระบวนการงอก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการงอก โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะเพิ่มเป็น 203.33 268.54 และ 461.52 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ที่ร้อยละการงอก 30 60 และ 90 ตามลำดับ แสดงดัง Figure 2 (a) การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากกระบวนการงอก เนื่องจากเอนไซม์ α-amylase และ β-amylase จะย่อยสลายเม็ดแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น (Charoenthaikij *et al*., 2009) นอกจากนี้ระยะเวลาในการนึ่งจะส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเมื่อระยะเวลาในการนึ่งเพิ่มขึ้น แสดงดัง Figure 2 (b) การลดลงของน้ำตาลรีดิวซ์ เนื่องจากน้ำตาลรีดิวซ์จะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งจะเกิดขึ้นในกระบวนนึ่ง (Kimura *et al*., 1993)

Table 1 แสดงร้อยละต้นข้าวของ GDPR ที่เงื่อนไขต่างๆ ร้อยละต้นข้าวของ RDPR มีค่าเท่ากับ 69.92 การงอกจะช่วยปรับปรุงร้อยละต้นข้าวให้สูงขึ้น โดย GDPR ที่ใช้เวลานึ่ง 15 นาที มีร้อยละต้นข้าว 71.51-72.18 ซึ่งมีค่าสูงกว่า RDPR อย่างมีนัยสำคัญ การเพิ่มขึ้นของร้อยละต้นข้าวของ GDPR เนื่องจากการงอกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของเม็ดแป้ง ทำให้ง่ายต่อการเกิดเจลาทิไนเซชัน ส่งผลให้ระดับเจลาทิไนเซชันเพิ่มสูงขึ้น ร้อยละต้นข้าวจึงเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ระยะเวลาในการนึ่งที่เพิ่มขึ้น ก็ส่งผลให้ร้อยละต้นข้าวเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากระดับเจลาทิไนเซชันเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

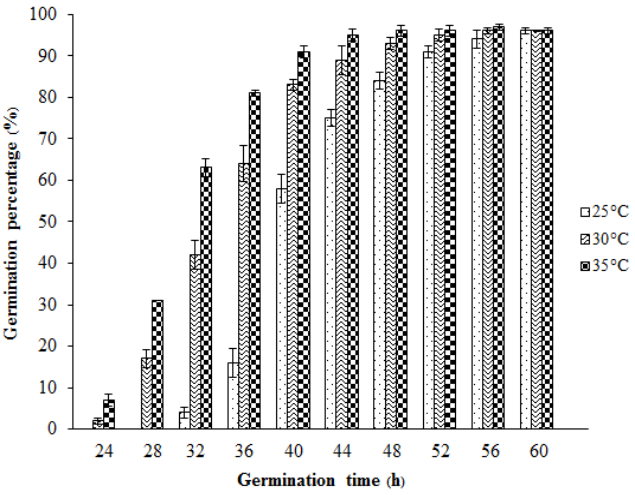

Figure 1 Comparison of germination percentages of germinated paddy at various temperatures and times

Table 1 Head rice yields of dark parboiled rice at various temperatures and times

Sample	Steaming time (min)	Drying temp. (°C)	Head rice yield (%)
Rice	-	-	51.39±0.37^{g}
RDPR	15	130	69.92±0.28^{d}
GDPR30	5	130	68.85±0.37^{f}
	10		70.68±0.26^{c}
	15		71.59±0.19^{b}
GDPR60	5	130	68.55±0.14^{f}
	10		70.98±0.04^{c}
	15		71.51±0.19^{b}
GDPR90	5	130	69.45±0.33^{e}
	10		71.54±0.14^{b}
	15		72.18±0.29^{a}

Means in the same column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$

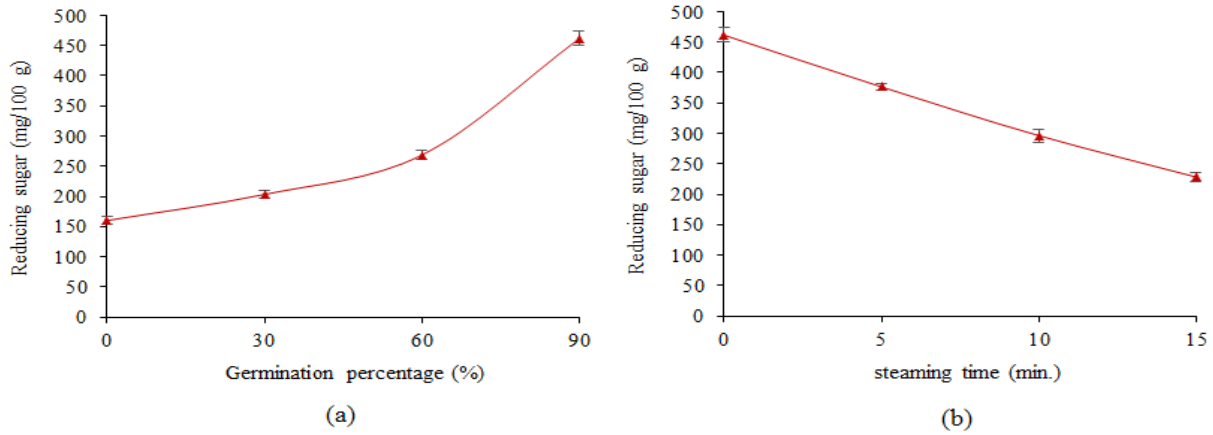

Figure 2 The reducing sugar contents of the dark parboiled rice at different conditions

ค่าความแข็งของข้าวนึ่งหุงสุกที่ร้อยละการงอกและเวลาในการนึ่งต่างๆ แสดงดัง Figure 3 ร้อยละการงอกจะส่งผลกระทบกับค่าความแข็งของข้าวนึ่ง โดยร้อยละการงอกที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความแข็งของข้าวนึ่งลดลง เนื่องจากการย่อยสลายเม็ดแป้งในระหว่างการงอก (Hidechika *et al.*, 2004) เมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งระหว่าง GDPR และ RDPR ที่เวลานึ่งเดียวกันพบว่า ค่าความแข็งของ GDPR30 มีค่าสูงกว่า RDPR ในขณะที่ ค่าความแข็งของ GDPR60 และ GDPR90 ไม่แตกต่างกับ RDPR นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการนึ่งที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มในการเพิ่มค่าความแข็งของข้าวนึ่งหุงสุก

ค่าความขาวของข้าวนึ่งสีเข้มที่ที่เงื่อนไขต่างๆ แสดงดัง Figure 4 ค่าความขาวของ DPR ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีค่าอยู่ในช่วง 22-24.5 โดยค่าความขาวของ RDPR มีค่าเท่ากับ 23.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ เมื่อนำข้าวเปลือกมาผ่านกระบวนการงอก สีของข้าวนึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามร้อยละการงอก กล่าวคือค่าความขาวจะลดลงเมื่อร้อยละการงอกเพิ่มขึ้น เนื่องจากร้อยละการงอกที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้ดี นอกจากนี้สีของข้าวนึ่งยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการนึ่งอีกด้วย โดยค่าความขาวจะลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการนึ่ง GDPR60 และ GDPR90 สามารถให้ค่าความขาวที่อยู่ในช่วง 22-24.5 ได้ โดย GDPR60 จะใช้เวลานึ่งอย่างน้อย 10 นาที และ GDPR90 จะใช้เวลานึ่งอย่างน้อย 5 นาที ในขณะที่ GDPR30 ไม่สามารถให้ค่าความขาวที่อยู่ในช่วง 22-24.5 ได้ เมื่อใช้เวลานึ่ง 5-15 นาที

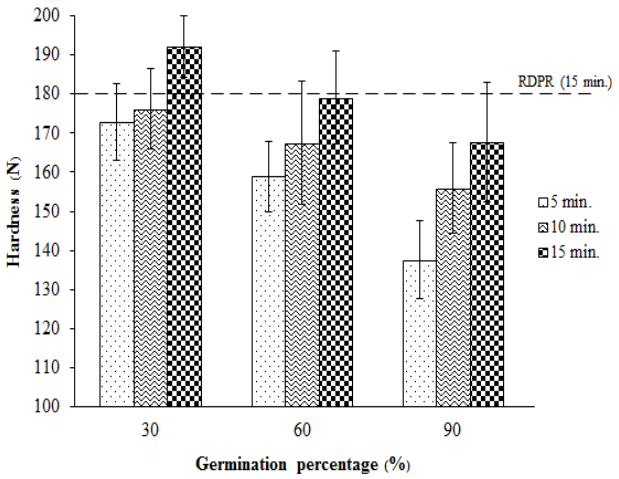

Figure 3 Hardness of the dark parboiled rice at various germination percentages and steaming times

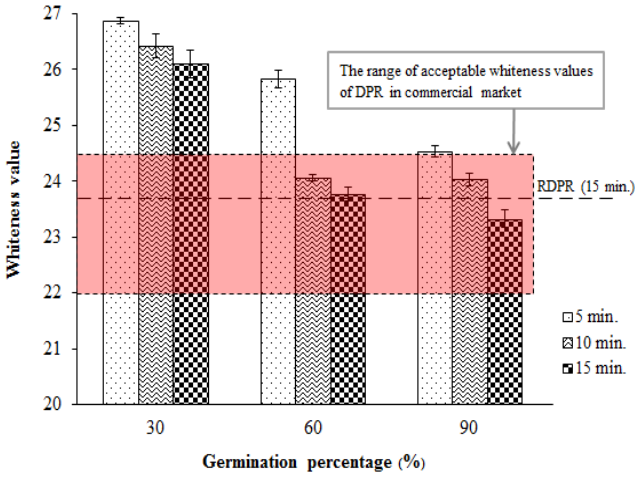

Figure 4 Whiteness value of the dark parboiled rice at various germination percentages and steaming times

สรุปผล

กระบวนการงอกและระยะเวลาในการนึ่ง ส่งผลกระทบกับคุณภาพของข้าวนึ่งสีเข้ม โดยร้อยละการงอกที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และร้อยละต้นข้าวเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่จะทำให้ค่าความแข็งและค่าความขาวลดลง สำหรับระยะเวลาในการนึ่ง ระยะเวลาการนึ่งที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และค่าความขาวลดลง ในขณะที่จะทำให้ค่าความแข็งและร้อยละต้นข้าวเพิ่มมากขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก กองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (เลขที่สัญญา KREF015705)

เอกสารอ้างอิง

Banchuen, J., P. Thammarutwasik, B. Ooraikul, P. Wuttijumnong and P. Sirivongpaisal. 2009. Effect of Germinating Processes on Bioactive Component of Sangyod Muang Phatthalung Rice. Thai Journal of Agricultural Science 42: 191-199.

Charoenthaikij, P., K. Jangchud, A. Jangchud, K. Piyachomkwan, P. Tungtrakul and W. Prinyawiwatkul. 2009. Germination Conditions Affect Physicochemical Properties of Germinated Brown Rice Flour. Journal of Food Science 74: 658-665.

Hidechika, T., O. Ken'ichi, O. Hiroshi, T. Kikuichi, K. Noriko and K. Tetsuya. 2004. Germinated Brown Paddy with Good Safety and Cooking Property. US Patent, No. 6,685,979 B1.

Kimura, T., K. R. Bhattacharya and S. Z. Ali. 1993. Discoloration Characteristics of Rice During Parboiling (I): Effect of Processing Conditions on The Color Intensity of Parboiled Rice. The Journal of the Society of Agricultural Structures: 23–30.

Wimberly, J.E. 1983. "Parboiling". pp. 101-106. *In*: Technical Hand Book for the Paddy Rice Post Harvest Industry in Developing Countries, International Rice Research Institute.