

ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติทางโภชนาการ ของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง Effect of Harvesting Maturity and Storage Time on Nutritional Properties of Sung Yod Phatthalung Brown Rice and Germinated Brown Rice

อุไรวรรณ วัฒนกุล^{1*} วัฒนา วัฒนกุล¹ นพรัตน์ มะเห² และ พิฑูรย์ จรุงรัตน์³
Uraiwan wattanaku¹, Wattana wattanaku¹, Nopparat Mahae² and Pitun Jarunrat

บทคัดย่อ

การศึกษาอายุการเก็บเกี่ยว (30, 37 และ 44 วันหลังออกดอก) และการเก็บรักษาต่อคุณค่าทางโภชนาการ บางประการของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง พบว่าระยะเวลาเก็บเกี่ยวมีผลต่อปริมาณโปรตีน สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) และฟลาโวนอยด์ (flavonoid) รวมทั้งวิตามินบีหนึ่งในเมล็ดข้าวกล้องโดย ให้ค่าสูงสุดที่ระยะ 44 วัน การเก็บรักษาข้าวเปลือก 4 เดือนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโปรตีน วิตามินบีหนึ่ง และ ความชื้นในข้าวกล้อง แต่มีผลให้ปริมาณสารกาบา สารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์มีค่าสูงที่สุดในเดือนที่ 4 เมื่อวิเคราะห์ข้าวกล้องงอก พบว่าโปรตีนมีค่าน้อยกว่าในข้าวกล้องและลดต่ำลงตามระยะเวลาการเก็บแต่ไม่มีผลต่อ วิตามินบีหนึ่ง ส่วนสารกาบามีค่าสูงที่สุดเพียงเดือนแรก สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในข้าวกล้องงอก มีค่าต่ำกว่าในข้าวกล้อง ผลที่ได้บ่งชี้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บเกี่ยวคือ 44 วันหลังออกดอก และการเก็บรักษาเพียง 4 เดือนไม่ส่งผลให้ปริมาณโปรตีน สารกาบา และวิตามินบีหนึ่งในข้าวกล้องลดต่ำลง

คำสำคัญ: อายุการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา คุณสมบัติทางโภชนาการ ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง ข้าวกล้องงอก

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตรัง

²อาจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตรัง

³นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรอำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง

* Corresponding author : E-mail : uriwan16@gmail.com

Abstract

To determine effect of harvesting maturity (30, 37, 44 days after flowering) and storage time on nutritional properties of Sung yod brown rice (BR) and germinated brown rice (GBR). The result showed that harvesting maturity affected to protein content, phenolic compound, flavonoid and vitamin B1 in BR. The BR with 44 days harvesting maturity had the highest nutritional value. During storage for 4 months was no effect to protein, vitamin B1 and moisture in BR but GABA content, phenolic and flavonoid had highest in fourth month. Protein in GBR was lower than BR and decreased with increasing time but no effect on vitamin B1. GABA content had highest at the first month and decrease with increasing time. Phenolic and flavonoid in GBR lower than BR. Indicating that optimum harvesting maturity was 44 days and keeping only four months was no effect to protein GABA content and vitamin B1 decreased.

Keywords: Harvesting Maturity, Storage Time, Nutrition properties, Sung yod Brown Rice, Germinated Brown Rice

คำนำ

ข้าวเป็นกลุ่มธัญพืชที่สำคัญรองจากข้าวสาลี และข้าวโพด ผลผลิตข้าวมีมากในแถบเอเชีย คือ มีผลผลิตทั้งหมดเกือบ 92% ของโลก และยังเป็นสินค้าหลักทางการเกษตรของไทยที่มีปัญหาด้านการแข่งขันในตลาดข้าว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงแนวทางพัฒนาข้าวตั้งแต่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพ การแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ทั้งนี้เพราะข้าวมีคุณสมบัติในด้านสุขภาพต่อผู้บริโภค อีกทั้งองค์ประกอบทางเคมีและชีวเคมีของข้าวไม่มีสารที่ทำให้เกิดอาการแพ้ เช่น กลูเตน ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อให้อุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค โดยเฉพาะการแปรรูปข้าวกล้องให้เป็นข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) เพื่อสุขภาพ เนื่องจากข้าวกล้องงอกอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และ ร่างกายสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมของร่างกายได้ดีกว่าข้าวกล้อง เช่น อินโนซิทอล กรดเพอร์รูริก กรดแกมมา-อะมิโนบิวไทริก (gamma-aminobutyric acid, GABA) โทโคทรินอล แกมมาออริซานอล การรับประทานข้าวอย่างต่อเนื่องมีผลต่อการป้องกันการปวดศีรษะ ลดการท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ รักษาระดับน้ำตาลในเส้นเลือด ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยลดความดันโลหิต และป้องกันโรคความจำเสื่อม [1] นอกจากนี้ข้าวกล้องยังมีสีไม่น่ารับประทาน มีกลิ่นเฉพาะตัว และเกิดกลิ่นหืนเร็ว ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 3-6 เดือน

ข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นข้าวเจ้าพันธุ์พื้นเมืองของภาคใต้จัดเป็นกลุ่มข้าวที่มีสีแดงหรือม่วงมีลักษณะของเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม มีวิตามินบีสูง ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา นิยมบริโภคในรูปแบบข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือหรือผสมกับข้าวขาวเพื่อให้ได้รสชาติที่ดีขึ้น การที่ข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงมีสีแดงหรือ ม่วงปนแดง เป็นเพราะมีรงควัตถุ (pigment) ของแอนโทไซยานิน ปรากฏอยู่ในเยื่อชั้นนอกของข้าวกล้อง ทำให้สร้างความสะดุดตาแก่ผู้บริโภค และยังเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติด้านการต้านอนุมูลอิสระ อันเป็นกลไกที่ช่วยป้องกันและยับยั้งการเกิดโรค ช่วยลด หรือชะลอความแก่ได้ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกจากข้าวสังข์หยดพัทลุงให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์ โดยงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบรายงานการเปลี่ยนแปลง หรือ สูญเสียคุณค่าของสารอาหารบางตัวของข้าวกล้องงอก อายุการเก็บรักษา อายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาการ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมของข้าวเปลือกต่อการผลิต

จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

ข้าวกล้องงอกโดยให้คงคุณค่าทางโภชนาการไว้สูงสุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องออกกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก โดยศึกษา
ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าว และการเก็บรักษาข้าวเปลือก ต่อระดับของคุณค่าทางโภชนาการบางประการในข้าวกล้อง
สังข์หยดพัทลุง และข้าวกล้องงอก ทั้งนี้จะได้เป็นข้อมูลในการผลิตข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง เพื่อให้คงคุณค่าทาง
โภชนาการไว้สูงสุด โดยคาดว่าผลการวิจัยจะนำไปสู่การพัฒนาอาชีพและยกระดับความเป็นอยู่ของเกษตรกร
ผู้ผลิตข้าวสังข์หยดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องสังข์หยด
จัดทำแปลงเพาะปลูกข้าว โดยการหว่านน้าตม เมื่อเข้าฤดูทำนาปี และหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยด ที่ผ่านการ
แช่เมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วเป็นเวลา 1 คืน ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ไม่ใช้สารเคมีในทุกขั้นตอน
ของกระบวนการผลิต จนกระทั่งระยะเก็บเกี่ยว หลังจากนั้น ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโดยกำหนดอายุเก็บเกี่ยวเป็น
3 ระยะ คือ 30, 37 และ 44 วันหลังออกดอก วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ และนำข้าวเปลือกมาสี
เป็นข้าวกล้องแบบกะเทาะเปลือก พร้อมวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง ดังนี้

1. วิเคราะห์โปรตีน ตามวิธีการ Micro kjelghahl method [2]
2. วิเคราะห์ความชื้น ตามวิธีการ Drying at 135 °C [2]
3. วิตามินบี 1 ส่งวิเคราะห์ ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
4. ปริมาณสารกาบา (GABA content) ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
5. วิเคราะห์กลุ่มสารแอนติออกซิแดนท์ 2 ชนิด ได้แก่

5.1 ปริมาณสารฟีนอลิก (phenolic compound) ตามวิธีการ Folin-Ciocalteu method [2]

สกัดข้าวกล้องปริมาณ 100 กรัมด้วยตัวทำละลายเมทานอล แล้วนำไปประเหตตัวทำละลายออกด้วย
เครื่องระเหยแบบสูญญากาศ นำสารสกัดมาเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรในเมทานอลแล้ว
เจือจางในน้ำกลั่น จากนั้นเติมสารละลายที่เจือจางปริมาตร 40 ไมโครลิตร ในน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิตร
แล้วผสมกับสารละลาย Folin –Ciocalteu’s phenol reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที เติมน้ำ 35 %
 Na_2CO_3 ผสมให้เข้ากันบ่มที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที นำมาวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร หาปริมาณ
โพลีฟีนอลในสารสกัดโดยเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้กับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก (gallic acid)

5.2 ปริมาณฟลาโวนอยด์ (flavonoids)

นำสารสกัดมาละลายในเมทานอล ดูดสารละลายมา 2.5 มิลลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิตร จากนั้นจึงเติม 5 % NaNO_2 ปริมาตร 0.75 มิลลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเติม
10 % $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ปริมาตร 0.75 มิลลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 6 นาที นำไปเติม 1 M NaOH ปริมาตร
5 มิลลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 25 มิลลิตร นำสารละลายที่ได้มาวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาว
คลื่น 510 คำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ในสารสกัดโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลาย catechin

การทดลองที่ 2 การศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวเปลือกต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก

จากผลที่ได้ในการทดลองที่ 1 เมื่อทราบระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด แล้วจึงนำข้าวเปลือกในยุคนั้นมาเก็บรักษาในกระสอบป่าน และเก็บในยุ้งฉางเป็นเวลา 4 เดือน นำข้าวเปลือกในแต่ละเดือนมาสีเป็นข้าวกล้องแบบกะเทาะเปลือกและนำข้าวกล้องไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามการดัดแปลงวิธีการของ เปรมฤดี (2551) โดยแช่เมล็ดข้าวในน้ำประปา ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเพาะในที่มีดเป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นนำข้าวกล้องแบบกะเทาะเปลือกและข้าวกล้องงอกมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ความชื้น วิตามินบี 1 สารกาบา และ สารแอนติออกซิแดนท์ 2 ชนิด ได้แก่สารประกอบฟีนอลิก กับ ฟลาโวนอยด์ วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT วิเคราะห์ทางสถิติโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองตามตารางที่ 1 พบว่าข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงที่ระยะการเก็บเกี่ยว 44 วันหลังออกดอกความชื้นไม่เกิน 13 % มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด เท่ากับ 8.10 % ส่วนที่ระยะ 37 และ 30 วัน มีปริมาณลดต่ำลงอยู่ในช่วง 7.05 - 7.43 % ใกล้เคียงกับโปรตีนในข้าวขาวดอกมะลิ 105 เท่ากับ 8 % [3] แต่ต่างจากสุนันทาและคณะ (อ้างโดย สำเรียง, [4]) พบว่าโปรตีนในข้าวสังข์หยดพัทลุง มีค่า 7.30 % การทดลองบ่งชี้ว่า ระยะเวลาเก็บเกี่ยวส่งผลต่อการสะสมของโปรตีนในเมล็ดข้าว ข้าวที่ยังไม่สุกเต็มที่ จึงมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยว เพราะการเก็บเกี่ยวข้าวในเวลาที่เหมาะสม มีผลให้ระดับโปรตีนในเมล็ดสูงที่สุด และปริมาณการสะสมและกระจายของโปรตีนจะมีมากในส่วนผิวของเมล็ดข้าว ข้าวที่ยังไม่แก่จัดจึงยังมีปริมาณการสะสมของโปรตีนที่ผิวเมล็ดต่ำ [5] ส่วนปริมาณสารกาบาที่น้ำหนักข้าว 100 กรัม (ตารางที่ 1) ไม่มีความแตกต่างกัน คือมีค่าน้อยกว่า 0.25 มก. ทั้ง 3 ระยะเก็บเกี่ยว ใกล้เคียงกับค่าการวิเคราะห์ในข้าวกล้องหอมมะลิ 105 เท่ากับ 0.32 มก. [3] แต่ต่ำกว่าปริมาณกาบาจากการเพาะข้าวเปลือกพันธุ์สังข์หยดพัทลุงที่มีค่า 0.80 มก. [6]

ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง (ตารางที่ 1) ที่ระยะเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 37 - 44 วันหลังออกดอก มีค่าไม่แตกต่างกัน คืออยู่ในช่วง 0.47-0.48 มก./100 ก. แต่ให้ค่าสูงกว่าวิตามินบีหนึ่งในข้าวกล้อง กข 15 สุพรรณ 60 และมะลิ 105 มีค่าเท่ากับ 0.40 0.34 และ 0.39 มก./100 ก. [7] แต่ต่างจากรยะเก็บเกี่ยว 30 วัน ที่มีค่าต่ำกว่า และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วนสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ในเมล็ดข้าวกล้อง (ภาพที่ 1) พบว่ามีค่าสูงสุดเช่นเดียวกันที่ระยะ 44 วันหลังออกดอก เท่ากับ 21 มก. สมมูลกรดแกลลิก และ 22.8 ไมโครกรัมสมมูลเคทิซิน/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และลดต่ำลงมาในระยะ 30 และ 37 วัน ตามลำดับ สอดคล้องกับนวนศรีและอัญชนา [8] กล่าวว่ารำและจมูกข้าวประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่า 100 ชนิด และสารประกอบฟีนอลิกมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ยาวนานขึ้น

จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

ตารางที่ 1 ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 3 ระยะต่อคุณค่าทางโภชนาการบางประการในข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง

อายุเก็บเกี่ยว	โปรตีน (%)	ความชื้น (%)	GABA (มก./100 กรัม)	วิตามินบี 1 (มก./100 กรัม)
30 วัน	7.05 ± 0.04 ^a	12.50 ± 0.13 ^a	<0.25	0.41 ± 0.01 ^a
37 วัน	7.43 ± 0.02 ^b	12.51 ± 0.11 ^a	<0.25	0.48 ± 0.02 ^b
44 วัน	8.10 ± 0.05 ^c	12.51 ± 0.12 ^a	<0.25	0.47 ± 0.02 ^b

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอนโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P>0.05$)

2. ระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวเปลือกต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง

ปริมาณโปรตีน วิตามินบีหนึ่ง สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ ในข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ระยะเก็บเกี่ยว 44 วันหลังออกดอก มีแนวโน้มคุณค่าทางโภชนาการดีที่สุด เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน (ตารางที่ 2) พบว่า ปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงในแต่ละเดือน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่ต่างกับกลุ่มควบคุม (เดือนที่ 0) โดยมีค่า 8.07 – 8.10 % การเก็บรักษาทั้ง 4 เดือนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น ทั้งนี้ความชื้นในข้าวกล้องควรอยู่ในช่วง 10-18 % หากมีค่าสูงกว่านี้ จะทำให้ข้าวเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์บริเวณผิวเมล็ดส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง [9]

ปริมาณสารกาบา (ตารางที่ 2) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีค่าสูงสุดในเดือนที่ 4 เท่ากับ 7.37 มก. และต่ำที่สุดในเดือนแรก เท่ากับ 2.71 มก./100 ก. ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณกาบาในข้าวกล้องมันปู ที่มีค่า 1.03 มก./100 ก. เช่นเดียวกับ Horino et. al [10] ที่พบว่า สารกาบาในจมูกข้าวที่เก็บรักษา 269 วัน มีสารกาบา 36.9 มก./100 ก. มากกว่าที่ 119 วัน ที่มีค่าเพียง 25.4 มก./100 ก. เท่านั้น ส่วนปริมาณวิตามินบีหนึ่ง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่า 0.48 – 0.68 มก./100 ก. สูงกว่าในข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ซึ่งมีค่าเพียง 0.41 มก./100 ก. (กรมอนามัย, 2535)

สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ในข้าว 100 กรัม (ภาพที่ 2 และ 3) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน มีค่าสูงสุดในเดือนที่ 4 เท่ากับ 56 มก. สมมูลกรดแกลลิก และ 85.8 ไมโครกรัมสมมูลเคทิซิน ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับ 3 เดือนแรก และสูงกว่าข้าวกล้องงอกที่ระยะเวลาเดียวกัน เช่นเดียวกับ ข้าวสางที่มีสารประกอบฟีนอลและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอก และข้าวขาว [11]

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีน ความชื้น สารกาบาและวิตามินบี 1 ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัสดุที่ระยะเก็บเกี่ยว 44 วัน หลังออกดอก ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน

เดือน	โปรตีน (%)		ความชื้น (%)		GABA (มก./100 กรัม)		วิตามินบี 1 (มก./100 กรัม)	
	ข้าวกล้อง	กล้องงอก	ข้าวกล้อง	กล้องงอก	ข้าวกล้อง	กล้องงอก	ข้าวกล้อง	กล้องงอก
0	8.10±0.05 ^a	7.63±0.05 ^b	12.51±0.12 ^a	12.50±0.08 ^a	<0.25	43.08±0.21 ^c	0.47±0.02 ^a	0.55±0.09 ^a
1	8.08±0.07 ^a	7.61±0.06 ^b	12.44±0.15 ^a	12.51±0.11 ^a	2.71±0.15 ^a	40.97±0.41 ^c	0.48±0.16 ^a	0.59±0.18 ^a
2	8.10 ±0.02 ^a	7.60±0.01 ^b	12.43±0.05 ^a	12.48±0.04 ^a	5.23±0.17 ^c	25.89±0.47 ^b	0.62±0.17 ^a	0.66±0.18 ^a
3	8.09±0.05 ^a	7.55±0.04 ^{ab}	12.41±0.10 ^a	12.50±0.05 ^a	4.23±0.08 ^b	17.66±0.12 ^a	0.68±0.28 ^a	0.70±0.10 ^a
4	8.07±0.08 ^a	7.50±0.02 ^a	12.40±0.08 ^a	12.47±0.06 ^a	7.37±0.3 ^d	17.51±0.11 ^a	0.64±0.14 ^a	0.64±0.12 ^a

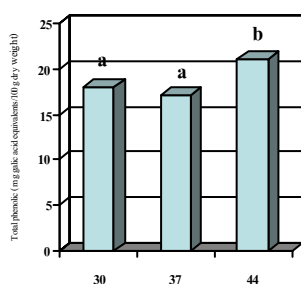
หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P>0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในแต่ละเดือนของข้าวกล้องงอก(ตารางที่2) พบว่าปริมาณโปรตีนในเดือนที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 7.61 เปอร์เซนต์ ต่างจากเดือนที่ 4 ที่มีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด เท่ากับ 7.50 เปอร์เซนต์ ขณะที่การเก็บรักษาทั้ง 4 เดือนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น แต่มีผลให้โปรตีนมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีค่าต่ำกว่าโปรตีนในข้าวกล้อง โดยสูตรรัตน์ [7] กล่าวว่า การงอกมีผลทำให้เมล็ดข้าวกล้องมีโปรตีนลดลง ทั้งนี้มาจากการสูญเสียในระหว่างกระบวนการแช่ข้าวก่อนเพาะงอก ส่วนสารกาบาในเดือนที่ 1, 2 และ 3 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่เดือนที่ 3 และ 4 มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดยปริมาณกาบาสูงที่สุดในข้าวกล้องงอกที่ผลิตมาจากข้าวที่เก็บรักษาเพียง 1 เดือน เท่ากับ 40.97 มก./100 ก. และมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยลดต่ำสุดในเดือนที่ 4 เท่ากับ 17.51 มก./100 ก. แต่ทั้งนี้ยังมีค่าสูงกว่าปริมาณสารกาบาที่พบในข้าวกล้องสังข์หยด และสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลองของวรรณุช [6] ที่ทดลองเพาะข้าวเปลือกสังข์หยดให้งอก ในระบบเปิดให้ค่าปริมาณกาบา 9.68 มก./100 ก. ส่วนระบบปิด เท่ากับ 11.96 มก./100 ก. เช่นเดียวกับ Zhang *et al.*, [13] ที่รายงานว่าสารกาบาจะเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างกระบวนการงอกและในข้าวกล้องที่นำไปผ่านกระบวนการงอก ปริมาณกาบามากกว่าในข้าวขัดขาว และข้าวกล้องทั่วไป ทั้งนี้ เพราะ กรดอะมิโนในเมล็ดข้าวกล้องที่ถูกเก็บไว้ในรูปโปรตีนสะสม ถูกย่อยสลายและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นในระหว่างกระบวนการงอก เมื่อเมล็ดข้าวมีการดูดน้ำจะทำให้เอนไซม์กลูตาเมต ดีคาร์บอกซิเลส (GAD) สามารถกลับมาอ่องไว (activity) และทำงานได้ โดยเปลี่ยนกรดกลูตามิกเป็นสารกาบา [14]

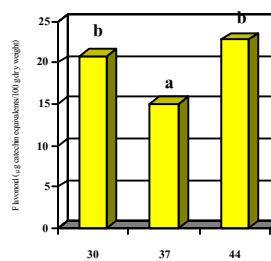
ปริมาณวิตามินบี 1 ในแต่ละเดือน มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่าง 0.59 – 0.70 มก./100 ก. แต่มีค่าสูงกว่าวิตามินบี 1 ในข้าวกล้องสังข์หยด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ อุณหภูมิและเวลาในการแช่น้ำมีส่วนร่วมต่อการเพิ่มขึ้นของวิตามินบี 1 โดยภาวะที่มีปริมาณวิตามินบี 1 สูงสุดคือ ที่ pH 8 อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ Zhang *et al.*, [13] ที่พบว่าวิตามินบี 1 เพิ่มประมาณ 2.5 เท่า ในข้าวกล้องงอกจากข้าวญี่ปุ่นที่แช่น้ำ อุณหภูมิ 30 °C นาน 24 ชั่วโมง การเพิ่มขึ้นของวิตามินบี 1 อาจเนื่องจากภาวะนี้มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใกล้เคียงกับการทำงานของเอนไซม์ไทอะมินฟอสเฟต ไคเนส โดยภาวะเหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์นี้คือที่ค่า pH 7 ถึง 7.5 อุณหภูมิ 35 °C [15]

จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและ ฟลาโวนอยด์ (ภาพที่ 2 และ 3) มีค่าสูงที่สุดในเดือนที่ 4 เท่ากับ 27 มก. สมมูลกรดแกลลิก/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และ 36.0 ไมโครกรัมสมมูลเคทชิน/100 กรัมน้ำหนักแห้ง แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับระยะการเก็บรักษาในเดือนที่ 1, 2 และ 3 ปริมาณสารกลุ่มแอนต็อกซิแคนท์ในเมล็ดข้าวกล้องงอกที่ทำการเก็บรักษาจนถึงเดือนที่ 3 มีปริมาณใกล้เคียงกับข้าวกล้องงอกในในเดือนที่ 4 สารประกอบฟีนอลิกในข้าวกล้องมีค่าสูงเป็นสองเท่า สอดคล้องกับรายงานของทัศนีย์และคณะ [11] พบว่าข้าวกล้องงอกมีสารประกอบฟีนอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าข้าวกล้อง และ Tian *et al.* [16] พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลหรือ ฟีนอลิกที่ละลายน้ำได้ในข้าวกล้องมีมากกว่าข้าวกล้องงอก ทั้งนี้อาจมาจากการสูญเสียสารสำคัญกลุ่มโพลีฟีนอลที่ละลายน้ำได้ ไปกับขั้นตอนการทำให้ข้าวงอกซึ่งต้องนำไปแช่น้ำ

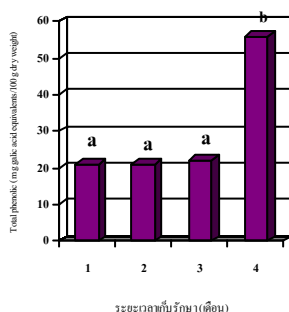


(ก)

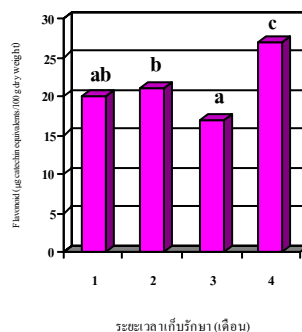


(ข)

ภาพที่ 1 ผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวข้าวสังข์หยดพัทลุงต่อ (ก) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และ (ข) สารฟลาโวนอยด์ในข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง (different letters indicate significant difference at $p<0.05$ by DMRT)

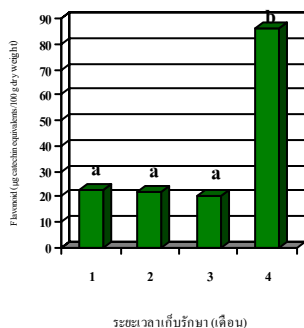


(ค)

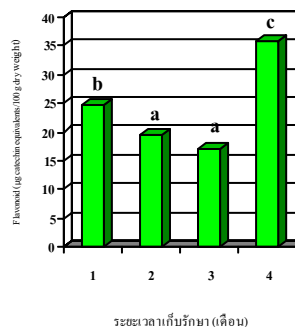


(ง)

ภาพที่ 2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือนต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (ค) ข้าวกล้อง และ(ง) ข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง (different letters indicate significant difference at $p<0.05$ by DMRT)



(จ)



(ฉ)

ภาพที่ 3 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน ต่อสารฟลาโวนอยด์ (จ) ข้าวกล้อง และ (ฉ) ข้าวกล้องงอกสังข์หยด พัทลุง (different letters indicate significant difference at $p < 0.05$ by DMRT)

สรุปผลการวิจัย

1. ปริมาณโปรตีน สารกลุ่มแอนติออกซิแดนท์ และวิตามินบีหนึ่งมีคุณค่าดีที่สุดในอายุการเก็บเกี่ยวข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ 44 วันหลังออกดอก
2. การเก็บรักษาข้าวเปลือกเพียง 4 เดือนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโปรตีน วิตามินบีหนึ่ง และความชื้นในเมล็ดข้าวกล้องแต่มีผลต่อปริมาณสารกาบา สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ โดยมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา
3. การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกล้อง พบว่าปริมาณโปรตีนจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น และ วิตามินบีหนึ่ง ส่วนปริมาณสารกาบา พบว่ามีความแตกต่างกัน และให้ค่าสูงที่สุดเพียงเดือนแรกของการเก็บรักษาเท่านั้น หลังจากนั้นแนวโน้มของการลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา
4. สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในข้าวกล้องงอกมีค่าต่ำกว่าในข้าวกล้องโดยเฉพาะในเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในข้าวกล้องมีค่าสูงกว่าในข้าวกล้องงอกประมาณ 2 เท่า
5. อายุการเก็บรักษาเพียง 4 เดือนทั้งในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกยังคงคุณค่าทางโภชนาการไม่แตกต่างกับระยะก่อนการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเครือข่ายการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2552

จากงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kayahara Hiroshi and Kikuichi Tsukahara. (2000). "Flavor, Health and Nutritional Quality of Pregerminated Brown Rice." In **2000 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies**, December, **Hawaii**.
- [2] AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. **Association of Official Analytical Chemists** : Arlington.
- [3] วรณช ศรีเจษฎารักษ์. (2551). การผลิตสารประกอบชีวภาพจากข้าวกล้องงอก. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [4] สำเริง แซ่ตัน. (2548). ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง, ใน การสัมมนาโครงการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการงานวิจัยและพัฒนาของสำนักวิจัยและพัฒนากเกษตรเขตที่ 8. 29-30 มีนาคม 2548. สงขลา.
- [5] Seetanum, W. and S.K. De Datta. (1973). "Grain Yield, milling quality and seed viability of rice as influenced by time of nitrogen application and time of harvest," **Argon. Journal**. 65, 390-394.
- [6] วรณช ศรีเจษฎารักษ์. (2553). การศึกษากระบวนการผลิตข้าวจากข้าวเปลือกพันธุ์สังข์หยด, ใน เอกสารการถ่ายทอดเทคโนโลยี. (หน้า 12-16). 17 มีนาคม 2553. พัทลุง.
- [7] พิชยา จิระธรรมกิจกุล. (2541). ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : ม.เกษตรศาสตร์.
- [8] นวลศรี รังกริยะธรรม และอัญญา เชนวิสิฐ. (2546). แอนติออกซิแดนท์สารต้านมะเร็งในผักสมุนไพรไทย. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [9] Hiromichi ,A., Tomoni, S., Hirto, S., Aya, M., Mitsuo, K., Sachi yuki, T., Sachilo, S., Keiko, T. and Kenichi, I. (2003). "Germinated brown rice," **United States Patent**, No.US 6,630,193 B2.
- [10] Horino T, Mori Y, Saikusa T. (1994). "Accumulating of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ during water soaking." **Biosci Biotechnol Biochem**. 58, 2291-2292.
- [11] ทศนีย์ ผลไม้ ขนิษฐา ทานีฮิล และ จอมพจน์ เกษมรุ่งชัยกิจ. (2551).ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลของข้าวขาว ข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอก และข้าวฮาง. ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [12] สุदारัตน์ เจียมยังยืน. (2550). ผลของการงอกต่อสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางคุณค่าอาหารบางประการของข้าวกล้องหอมมะลิไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- [13] Zhang, L., Hu, P., Tang, S., Zhao, H. and Wu, D. (2005). "Comparative studies on major nutritional components of rice with against embryo and normal embryo," **Journal of Food Biochemistry**. 29, 653-661
- [14] Shelp, B. J., Bown, A. W. and McLean, M.D. (1999). Metabolism and function of gamma-aminobutyric acid. **Trends in Plant Science**, 4(11), 446-451.
- [15] Yamada, K. and Kawasaki, T. (1980). "Properties of the thiamine transport system in Escherichia coli," **Journal of Bacteriology**. 141, 254-261.
- [16] Tian, S., Nakamura, K., and Kayahara, H. (2004). "Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice," **J. Agri. Food Chem**. 52(10), 4808-4813.