

ผลของกรรมวิธีการหุงต่อปริมาณแป้งต้านทานการย่อย ในข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดเพชรบูรณ์

EFFECT OF COOKING TREATMENTS ON RESISTANT STARCH CONTENT IN LOCAL RICE VARIETY GROWN IN PHETCHABUN PROVINCE

ศศิธร แท่นทอง อัครกะบัดคาน ปาทาน นันทรักษ์ รอดเกตุ วิลาสินี ดีปัญญา
และ รุจิรา คุ่มทรัพย์*

Sasithon Thaenthong, Akabhatkan Patan, Nantharak Rodkate, Wilasinee Deepanya,
and Ruchira Khoomsab*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

*corresponding author e-mail: rupinkaew13@pcru.ac.th

(Received: 6 April 2021; Revised: 8 December 2021; Accepted: 8 December 2021)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยในข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยใช้ข้าวพันธุ์หอมมะลิ ข้าว กข43 ข้าวลิ้มผัว ข้าวขาวม้ง ข้าวพญาลิ้มแก และข้าวรองถนนมาทดลองหุงด้วยวิธีต่างๆ แล้วตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อย พบว่า ข้าวหุงมีแป้งทนย่อย 7.15–16.35% และข้าวกล้องมีค่าแป้งทนย่อยสูงกว่าข้าวขาว ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการหุงและพันธุ์ของข้าว จากการทดลองการเพิ่มแป้งต้านทานการย่อยในข้าวแต่ละพันธุ์ ได้แก่ 1) ข้าวหอมมะลิหุงด้วยวิธีต่างๆ มีแป้งทนย่อย 6.52–7.56% พบว่า แป้งทนย่อยในข้าวดิบมีค่าใกล้เคียงกับข้าวหุงสุก 2) ข้าว กข43 เมื่อหุงด้วยวิธีต่างๆ มีแป้งทนย่อย 6.57–8.81% พบว่า วิธีอัลตราโซนิกแล้วใช้หม้อนึ่งอัดไอน้ำแล้วแช่ตู้เย็นทำให้แป้งทนย่อยเพิ่มขึ้น 18.10% 3) การหุงข้าวกล้องลิ้มผัวด้วยวิธีไมโครเวฟแล้วแช่แข็งจะเพิ่มแป้งทนย่อยได้ถึง 26.05% 4) ข้าวขาวม้งหุงด้วยวิธีต่างๆ มีแป้งทนย่อย 7.61–11.07% พบว่า วิธีหุงด้วยหม้อหุงข้าวทำให้มีแป้งทนย่อยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 37.69% 5) ข้าวพญาลิ้มแกหุงด้วยวิธีต่างๆ พบแป้งทนย่อย 9.03–9.72% โดยใช้วิธีการหุงแล้วแช่แข็ง 60 ชั่วโมง ทำให้มีแป้งทนย่อยเพิ่มสูงสุด คือ 12.89% 6) ข้าวรองถนนที่หุงด้วยวิธีต่างๆ พบปริมาณแป้งทนย่อย 8.86–11.10% การหุงด้วยหม้อหุงข้าวจะมีแป้งทนย่อยมากที่สุด ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลนี้ใช้ในการเลือกบริโภคข้าว และสามารถนำไปเพิ่มแป้งทนย่อยในข้าวให้มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ด้านสุขภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวพันธุ์พื้นเมือง เพชรบูรณ์ กรรมวิธีการหุง แป้งทนย่อย

Abstract

Increasing the amount of resistant starch in various rice varieties was the purpose of this research. Rice varieties used in the experiment were Jasmine rice, RD 43, Luem Pua, Khao Hmong, Paya Luem Kaeng and Rong Thanon. First, rices will be cooked in five methods and then analyzed for the amount of resistant starch. It was found that cooked rice had 7.15 – 16.35% of resistant starch depend on polishing and varieties. Brown rice had higher resistant starch than polished rice. Methods of increasing the amount of resistant starch in rice varieties were found that 1) Resistant starch in jasmine rice were 6.52–7.56% while raw rice had resistant starch similar to cooked rice 2) RD 43 had 6.57–8.81% of resistant starch, while the best method for increasing resistant starch in this rice to 18.10% was ultrasonic, autoclaving and chilling, respectively 3) Luem Pua, cooked brown rice by microwave and chilling was increased resistant starch to 26.05% 4) White Hmong had 7.61–11.07% of resistant starch and cooking by rice cooker was increased resistant starch to 37.69% 5) Paya Luem Kaeng had 9.03–9.72% of resistant starch, while cooking by rice cooker and chilling for 60 hours was the best method for increasing resistant starch to 12.89% 6) Resistant starch in Rong Thanon was 8.86–11.10% and the best method was cooking by rice cooker. Therefore, this information can be used in choosing rice consumption. The methods possibly increase the highest amount of resistant starch and make the rice become more health functional food.

Keywords: Local rice varieties, Phetchabun, Cooking treatments, Resistant starch

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นอาหารหลักและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของคนในประเทศ และประชากรชาวโลกโดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ข้าวนอกจากจะเป็นแหล่งของพลังงาน ที่สำคัญแล้วยังเป็นแหล่งอาหารที่ดีของวิตามิน เกลือแร่ และสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ อีกมากมาย (ศุภนาถ, 2560) ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกเฉพาะถิ่นซึ่งมีความหลากหลายของสายพันธุ์ แตกต่างกันในแต่ละสภาพพื้นที่ สามารถเจริญเติบโตและปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ในท้องถิ่นนั้นๆ ได้ เช่น มีความต้านทานต่อโรคและแมลง หรือทนทานต่อน้ำท่วม ทนแล้ง มีความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชได้ดี (ฉวีวรรณ, 2543; ดำเนิน และคันสนีย์, 2543;

Frankel et al., 1995) นอกจากนี้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองยังมีรสชาติอร่อย มีสารอาหารบางชนิดสูง และเจริญเติบโตได้ในดินที่มีธาตุอาหารต่ำ (Tripathy et al., 2005) ข้าวจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่นำมาผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เพราะปัจจุบันมนุษย์เรากำลังประสบปัญหาโรคภัยต่างๆ มากมาย ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคอ้วน และโรคมะเร็ง เป็นต้น ดังนั้นอาหารเพื่อสุขภาพจึงได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก และการนำเอาข้าวมาผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพเป็นทางเลือกที่น่าสนใจอีกทางหนึ่งซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรที่มีมูลค่าต่ำ และยังช่วยส่งเสริมสุขภาพของประชากร

แป้งทนย่อย (Resistant starch; RS) เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง และมีการวิจัยยืนยันว่าแป้งทนย่อยมีประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากแป้งทนย่อยไม่ถูกย่อยในลำไส้เล็ก แต่สามารถถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ใหญ่เกิดเป็นกรดไขมันสายสั้นๆ เช่น อะซิเตท โพรพิโอเนต และบิวทิเรต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์กลุ่มโปรไบโอติก (Probiotic microorganism) ซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแล้วยังมีประโยชน์มากต่อระบบขับถ่าย (Sajilata et al., 2006) และนอกจากนี้แป้งทนย่อยยังช่วยเพิ่มปริมาณของเหลว และปรับสภาวะการเป็นกรด-ด่างภายในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงเซลล์ในสิ่งมีชีวิต จึงช่วยในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้ (จิรนาถ, 2558; Alexander, 1995; Ferguson et al., 2000) แป้งทนย่อยยังถือว่าเป็นใยอาหารและยังช่วยลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคท้องผูกอีกด้วย (ธนากร, 2560) อาหารที่มีปริมาณแป้งทนย่อยสูงจะมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (Low Glycemic index) การรับประทานอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ เช่น ในถั่วชนิดต่างๆ ธัญพืช และผัก เป็นต้น สามารถช่วยควบคุมให้ระดับน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในระดับปกติได้ ช่วยเพิ่มความรู้สึกอิ่ม และลดความอยากอาหาร ระดับอินซูลินลดลงส่งผลต่อการลดระดับไขมันควบคุมระดับโคเลสเตอรอล ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและโรคเบาหวาน (ธนากร, 2559) นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่าอาหารที่มีแป้งทนย่อยจะถูกย่อยประมาณ 5–7 ชั่วโมงหลังการรับประทาน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินลดลง ส่วนแบ่งที่ถูกทำให้ร้อนและเกิดการสุกจะถูกย่อยทันทีหลังรับประทาน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินเพิ่มขึ้นหลังการรับประทาน (Raben et al., 1994)

การเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยสามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น ระยะเวลาและอุณหภูมิในการให้ความร้อน (Eerlingen et al., 1993) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณน้ำ ความชื้น การแช่เยือกแข็ง และการใช้กระบวนการนึ่งภายใต้ความดันสูง (Autoclave) เป็นต้น วิธีที่ใช้ในการสร้างแป้งทนย่อยหรือแม้แต่การปรุงอาหารอย่างง่ายๆ เช่น การทำให้เย็น

และการเก็บก็เป็นการสร้างแปงทนย่อยได้อีกทางหนึ่ง (มานิชญ์, 2558; Englyst & Cummings, 1987)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณแปงทนย่อยในข้าวพันธุ์พื้นเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นข้าวที่คนในจังหวัดนิยมรับประทาน โดยทำการศึกษาในตัวอย่างข้าว ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าว กข43 ข้าวขาวม้ง ข้าวลิ้มผัว ข้าวพญาลิ้มแกง และข้าวรวงถนน ทำการศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการหุงต่อปริมาณแปงทนทานการย่อยในข้าวแต่ละพันธุ์และวิธีการเพิ่มแปงทนทานการย่อยในข้าวแต่ละพันธุ์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเลือกรับประทาน และหาวิธีหุงเพื่อเพิ่มปริมาณแปงทนย่อยในข้าวให้มากขึ้นอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์

ตัวอย่างข้าวที่ทำการวิเคราะห์เป็นตัวอย่างข้าวพื้นเมืองในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยตัวอย่างข้าวที่ทำการวิเคราะห์หาค่าแปงทนย่อยในข้าวดิบ จำนวน 10 ตัวอย่าง จากวิสาหกิจชุมชนผลิตข้าวปลอดสารพิษขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งเป็นข้าวขาว 4 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าว กข43 ข้าวขาวม้ง และข้าวรวงถนน ข้าวกล้อง 6 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวพญาลิ้มแกง ข้าวกล้อง กข43 ข้าวกล้องลิ้มผัว ข้าวกล้องหอมนิล และข้าวไรซ์เบอร์รี่ จากนั้นคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่นิยมทานและเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดเพชรบูรณ์ นำมาผ่านกระบวนการหุงที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มปริมาณแปงทนย่อย ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้าวที่จะนำมาวิเคราะห์ จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่

- 1) ข้าวกล้องลิ้มผัว เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองในอำเภอเขาค้อ ซึ่งจัดเป็นหนึ่งในสินค้าที่ถูกขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ของจังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) ข้าวพญาลิ้มแกง เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองในอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
- 3) ข้าวขาวม้ง เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
- 4) ข้าวรวงถนน เป็นตัวแทนของข้าวที่มีอะไมโลสสูง
- 5) ข้าว กข43 เป็นข้าวที่กรมการข้าวแนะนำให้ผู้ปลูกเบาหวานบริโภค
- 6) ข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวที่ประชาชนทั่วไปนิยมรับประทานมากที่สุด และมีปริมาณอะไมโลสต่ำ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกข้าวดังกล่าว เป็นตัวแทนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาวิธีที่จะเพิ่มค่าแปงทนย่อยในข้าวโดยมาทดลองหุงเพื่อเพิ่มปริมาณแปงทนย่อยด้วยวิธีต่างๆ 6 วิธี

2. การวิเคราะห์ปริมาณแป้งทนย่อยในข้าว

นำตัวอย่างข้าวที่ผ่านการบดและร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 32 mesh มาชั่ง 0.5 กรัม จากนั้นเติมฟอสเฟตบัพเฟอร์พีเอช 6 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ตามด้วยเอนไซม์กลูโคสโคอะไมเลส (Activity 200,000 ยูนิต์ต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร บ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นปรับพีเอชเป็น 4.5 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.2 นอร์มอล แล้วเติมเอนไซม์กลูโคสโคอะไมเลส 0.5 มิลลิลิตร บ่มต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับให้พีเอชเป็น 7.5 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.3 นอร์มอล เติมเอนไซม์โปรติเอส 1 มิลลิลิตร ในฟอสเฟตบัพเฟอร์ 50 มิลลิลิตร นำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นกรองด้วยฟیلเตอร์กลาสครุชี เบิลเบอร์ 2 ขนาด 50 มิลลิลิตรที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ล้างตะกอนด้วย เอทานอล 85% ตามด้วยน้ำกลั่น อบฟیلเตอร์กลาสครุชีเบิลในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก และทำซ้ำจนได้น้ำหนักที่แน่นอน ดัดแปลงมาจากวิธีของ Hung et al. (2016) เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Resistant Starch, RS) ดังสมการที่ 1

$$\%RS = \frac{\text{น้ำหนักของตะกอนที่เหลือ (g)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(g)}} \quad (1)$$

3. การเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยในข้าวหุง

การเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยในข้าว โดยนำข้าวหอมมะลิ ข้าว กข43 ข้าวลิ้มผัว ข้าวขาวม้ง ข้าวพญาสีมแกง และข้าวรองถนนมาทดลองหุงด้วยวิธีต่างๆ ดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 หุงข้าวในหม้อหุงข้าว 2 ถ้วยตวง ใส่ น้ำ 3 ถ้วยตวง นำไปแช่ในช่องแช่แข็ง ระยะเวลา 60 ชั่วโมง นำไปอบที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 32 mesh เก็บไว้ในถุงซิปปิดสนิท นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยต่อไป

วิธีที่ 2 หุงข้าวในหม้อหุงข้าว 2 ถ้วยตวง ใส่ น้ำ 3 ถ้วยตวง ใส่น้ำมันมะพร้าว 2 ช้อนชา แล้วนำไปแช่ในช่องแช่แข็ง ระยะเวลา 60 ชั่วโมง นำไปอบที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปบดและร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 32 mesh เก็บไว้ในถุงซิปปิดสนิท นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยต่อไป

วิธีที่ 3 ชั่งข้าว 100 กรัม ใส่กรดน้ำส้ม 30% นำไปใส่ในขวดปิดฝาวางไว้ในที่อุณหภูมิห้อง (23–34 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เป็นกลางโดยใช้ NaOH 1 โมลาร์ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นทำให้แห้ง โดยอบที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตามวิธีของ Hung et al. (2016) นำไปบด และ

ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 32 mesh เก็บไว้ในถุงซิปปิดสนิท นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยต่อไป

วิธีที่ 4 นำข้าว 1 ถ้วยตวง ใส่ น้ำ 1.5 ถ้วยตวง แล้วนำไปเข้าไมโครเวฟที่ความร้อนกลาง (medium) เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปแช่ในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำไปอบที่ 50 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ดัดแปลงมาจากวิธีของ Zeng et al. (2015) ที่ให้ความร้อนขึ้นด้วยไมโครเวฟ (Microwave–moisture) นำไปบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 32 mesh เก็บไว้ในถุงซิปปิดสนิท นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยต่อไป

วิธีที่ 5 นำข้าว 1 ถ้วยตวง ใส่ น้ำ 1.5 ถ้วยตวง แล้วนำไปแช่ในอ่างอัลตราโซนิคส์ที่ Power 300 W เป็นเวลา 55 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเข้า Autocave ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเก็บแช่ในตู้เย็นที่ -6 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำไปอบที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ดัดแปลงมาจากวิธีของ Zeng et al. (2015) นำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 32 mesh เก็บไว้ในถุงซิปปิดสนิท นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยต่อไป

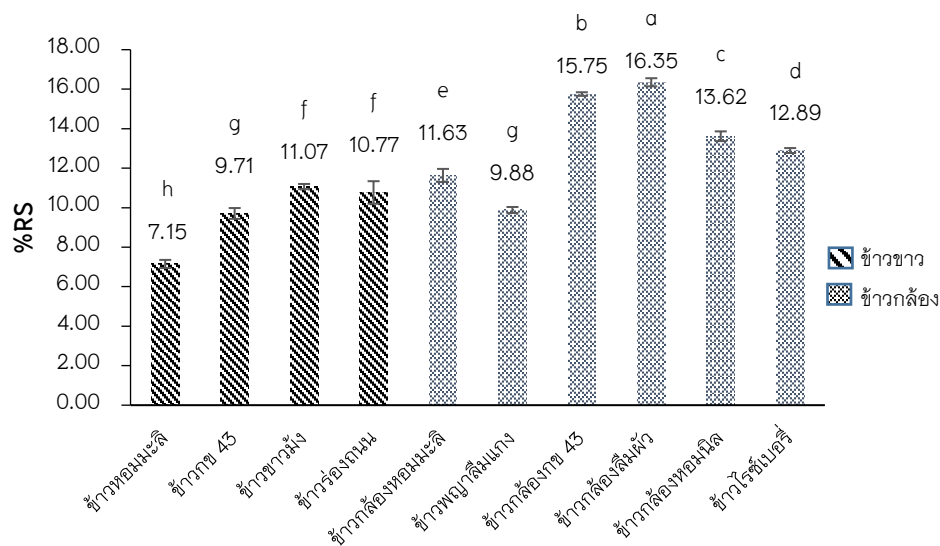
วิธีที่ 6 หุงข้าวใหม่หุงข้าว 2 ถ้วยตวง ใส่ น้ำ 3 ถ้วยตวง แล้วนำไปอบที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 32 mesh เก็บไว้ในถุงซิปปิดสนิท นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยต่อไป

แต่ละวิธีวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test; DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

1. ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณแป้งทนย่อยในข้าวดิบ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยในตัวอย่างข้าวดิบ ที่ได้จากวิสาหกิจชุมชนผลิตข้าวปลอดสารพิษขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 ตัวอย่าง ที่ทำการบดละเอียด และผ่านการร่อนแล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อย และคำนวณเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณแป้งทนย่อย (%RS) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงปริมาณแป้งทนย่อย (%RS) ในข้าวดิบ

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณแป้งทนย่อยในข้าว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มข้าวขาว ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าว กข43 ข้าวขาวม้ง และข้าวรวงถนน กลุ่มข้าวกล้อง ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวพญาสีมแกง ข้าวกล้อง กข43 ข้าวกล้องสีมฟัว ข้าวกล้องหอมนิล และข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า ข้าวทั้งสองกลุ่มมีปริมาณแป้งทนย่อยอยู่ในช่วง 7.15–16.35 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนัก และกลุ่มข้าวกล้องมีปริมาณแป้งทนย่อยสูงกว่ากลุ่มของข้าวขาว โดยข้าวกล้องสีมฟัวมีปริมาณแป้งทนย่อยมากที่สุด คือ 16.35 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนัก รองลงมา คือ ข้าวกล้อง กข43 ข้าวกล้องหอมนิล และข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีค่าเท่ากับ 15.75 13.62 และ 12.89 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มข้าวขัดขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และข้าวขาวที่มีแป้งทนย่อยน้อยที่สุดคือ ข้าวหอมมะลิ 7.15 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนัก

2. การเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยในข้าวหุง

การวิเคราะห์หาวิธีที่จะเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยในข้าวหุง ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้าวที่จะนำมาวิเคราะห์ จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวกล้องสีมฟัว ข้าวพญาสีมแกง ข้าวขาวม้ง ข้าวรวงถนน ข้าว กข43 และข้าวหอมมะลิ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกข้าวดังกล่าวเป็นตัวแทนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาวิธีที่จะเพิ่มค่าแป้งทนย่อยในข้าวโดยมาทดลองหุงเพื่อเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยด้วยวิธีต่างๆ 6 วิธี ได้ผลการวิเคราะห์ปริมาณแป้งทนย่อย พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแป้งทนย่อย (%RS) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 1 เมื่อนำข้าวแต่ละชนิดที่หุงด้วยวิธีต่างๆ มา

เปรียบเทียบกับข้าวดิบ พบว่า ค่า %RS ของข้าวแต่ละพันธุ์เพิ่มขึ้นในวิธีหุงแต่ละแบบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณแป้งทนย่อย (%RS) ของข้าวที่หุงแบบต่างๆ

วิธี การหุง	%RS					
	ข้าวพญา ลิ้มแกง	ข้าวกล้อง ลิ้มผั่ว	ข้าวรองถนน	ข้าว หอมมะลิ	ข้าวขาวม้ง	ข้าว กข43
ข้าวดิบ	8.61±0.11e	13.78±0.05f	8.94±0.12d	7.12±0.01b	8.04±0.27d	7.46±0.19d
วิธีที่ 1	9.72±0.35a	15.59±0.02c	11.05±0.19a	7.56±0.02a	10.01±0.09b	5.50±0.08f
วิธีที่ 2	9.31±0.16bc	14.02±0.20df	9.73±0.08c	7.13±0.08b	9.45±0.12c	8.02±0.35c
วิธีที่ 3	9.03±0.11d	14.08±0.14d	8.86±0.10d	6.52±0.02c	7.61±0.17e	6.57±0.18e
วิธีที่ 4	9.46±0.20b	17.37±0.21a	10.69±0.18b	7.12±0.19b	10.42±0.08b	8.41±0.16b
วิธีที่ 5	9.10±0.07cd	16.09±0.12b	11.02±0.01a	7.41±0.08a	10.28±0.03b	8.81±0.16a
วิธีที่ 6	9.19±0.11cd	16.35±0.21b	11.10±0.01a	7.15±0.21b	11.07±0.13a	7.87±0.16c

a, b, ... เป็นค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณแป้งทนย่อย (%RS) ที่เปลี่ยนแปลงหลังจากได้รับการหุงแบบต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวดิบ

วิธี การหุง	%RS ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวดิบ					
	ข้าวพญา ลิ้มแกง	ข้าวกล้อง ลิ้มผั่ว	ข้าวรองถนน	ข้าว หอมมะลิ	ข้าวขาวม้ง	ข้าว กข43
ข้าวดิบ	0	0	0	0	0	0
วิธีที่ 1	12.89±2.38a	13.13±0.11c	23.60±1.70a	6.18±0.14a	24.50±1.58c	-26.27±0.94e
วิธีที่ 2	8.13±1.93c	1.74±1.46d	8.84±0.57c	0.14±1.14c	17.54±1.52d	7.51±2.08c
วิธีที่ 3	4.87±1.24e	2.18±1.56d	-0.89±0.15d	-8.43±0.21d	-5.35±0.22e	-11.93±2.46d
วิธีที่ 4	9.87±2.33b	26.05±1.53a	19.57±1.72b	0.00	29.60±1.13b	12.73±2.14b
วิธีที่ 5	5.69±0.88e	16.76±0.91b	23.27±0.33a	4.07±0.53b	27.86±0.31b	18.10±2.20a
วิธีที่ 6	6.74±0.84d	18.65±1.39b	24.16±0.23a	0.42±2.70c	37.69±1.16a	5.50±2.10c

a, b, ... เป็นค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ข้าวหอมมะลิเมื่อนำไปทอดลงหุงด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ หุงวิธีที่ 1 หุงวิธีที่ 2 หุงวิธีที่ 5 และหุงวิธีที่ 6 พบว่า มีปริมาณแป้งทนย่อยเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.18 0.14 4.07 0.42 ตามลำดับ ดังนั้นถ้าต้องการหุงข้าวหอมมะลิให้มีแป้งทนย่อยมากที่สุด ควรหุงแบบวิธีที่ 1 คือ หุงข้าวในหม้อหุงข้าว ใช้ข้าว 2 ถ้วยตวง ใส่ น้ำ 3 ถ้วยตวง แล้วนำไปแช่ในช่องแช่แข็ง ระยะเวลา

60 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวหอมมะลิไม่ว่าจะหุงด้วยวิธีใดปริมาณแป้งทนย่อยจะเพิ่มไม่มากนัก ปริมาณแป้งทนย่อยในข้าวดิบจะมีค่าใกล้เคียงกันกับข้าวหุง (6.52–7.56%) สำหรับการหุงวิธีที่ 3 พบว่าปริมาณแป้งทนย่อย (%RS) ลดลง และวิธีที่ 4 ไม่ทำให้ปริมาณแป้งทนย่อยเพิ่มขึ้น

การหุงข้าวรองถนนด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 6 วิธี เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวรองถนนดิบ พบว่า หุงวิธีที่ 6 วิธีที่ 1 วิธีที่ 5 วิธีที่ 4 และวิธีที่ 2 สามารถเพิ่มแป้งทนย่อยร้อยละ 24.58 23.60 23.27 19.57 และ 8.84 ตามลำดับ ส่วนการหุงวิธีที่ 3 พบว่ามีปริมาณแป้งทนย่อยลดลง การหุงข้าวรองถนนในหม้อหุงข้าวในวิธีที่ 1 5 และ 6 สามารถเพิ่มแป้งทนย่อยได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

สำหรับข้าวพญาสีมแกงหุงวิธีที่ 1 คือ หุงแล้วแช่แข็ง 60 ชั่วโมง มีปริมาณแป้งทนย่อยมากที่สุด และทำให้เกิดแป้งทนย่อยเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.89

การหุงข้าวขาวม้งด้วยวิธีต่างๆ พบว่า วิธีหุงวิธีที่ 6 คือ หุงด้วยหม้อหุงข้าวทำให้มีแป้งทนย่อยมากที่สุด การหุงด้วยหม้อหุงข้าวเพิ่มแป้งทนย่อยร้อยละ 37.69

ข้าวกล้องลิ้มผั่ว เมื่อหุงด้วยวิธีที่ 4 โดยใช้ไมโครเวฟ พบว่าจะทำให้เพิ่มแป้งทนย่อยมากที่สุดร้อยละ 26.05 สอดคล้องกับงานวิจัย Zeng et al. (2015) ซึ่งบอกว่าการใช้ไมโครเวฟสามารถทำให้เกิดแป้งทนย่อยได้ เพราะคลื่นไมโครเวฟทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นไหวสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแป้งได้ สำหรับข้าว กข43 ใช้หุงวิธีที่ 5 คือ ใช้อ่างอัลตราโซนิกสั้วม พบว่า สามารถเพิ่มแป้งทนย่อยมากที่สุดร้อยละ 18.10

อภิปรายผล

ค่าปริมาณแป้งทนย่อยที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ในข้าวพื้นเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ ข้าว กข43 ข้าวหอมมะลิ ข้าวกล้องลิ้มผั่ว ข้าวขาวม้ง ข้าวพญาสีมแกง และข้าวรองถนน พบว่าเมื่อหุงด้วยวิธีต่างๆ สามารถเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยแตกต่างกัน และการหุงด้วยวิธีที่ 3 ตามวิธีของ Hung et al. (2016) ไม่สามารถเพิ่มแป้งทนย่อยในข้าวทั้ง 6 ชนิดที่นำมาทดลองได้อาจเป็นเพราะวิธีที่ 3 เป็นการเติมน้ำส้ม 30% ซึ่งชนิดและความเข้มข้นของกรดอาจยังไม่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนโครงสร้างหรือคุณสมบัติของแป้งได้และจากตัวอย่างข้าวที่นำมาศึกษานั้นจัดเป็นแป้งทนย่อยประเภท RS3 หรือประเภทแป้งคืนตัว (จิรนาถ, 2557) พบว่ามีค่าแป้งทนย่อยร้อยละ 7.15–11.07 และข้าวกล้องลิ้มผั่วมีค่าแป้งทนย่อยมากที่สุด ร้อยละ 16.35 ส่วนกลุ่มข้าวขัดขาวมีค่าแป้งทนย่อยร้อยละ 6.52–11.10 ดังนั้นถ้าบริโภคข้าวกล้องจะทำให้ได้รับแป้งทนย่อยมากกว่าการบริโภคข้าวขัดขาวซึ่งจะเป็นผลดีต่อสุขภาพ เพราะข้าวกล้องเมื่อนำมาหุงแล้วจะร่วนแข็งเนื่องจากมีส่วนประกอบของจมูกข้าวและยังคงมีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่ อาจมีแป้งทนย่อยอยู่ในนั้นได้

และยังพบอีกว่าข้าวที่มีลักษณะร่วนแข็ง เช่น ข้าว กข43 ข้าวขาวม้ง ข้าวรวงถนน จะเป็นข้าวที่มีแป้งทนย่อยสูงกว่าข้าวที่เหนียวนุ่ม เช่น ข้าวหอมมะลิ และพญาสีมแกง ปัจจัยสำคัญที่เป็นองค์ประกอบทำให้ตัวอย่างข้าวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ได้แก่ ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพกติน โดยปริมาณอะไมโลสในข้าวพญาสีมแกงเท่ากับ 2–3% ข้าวลิ้มผัวเท่ากับ 3% ข้าวขาวม้งเท่ากับ 12% ข้าวรวงถนนเท่ากับ 20% ข้าว กข43 18–19% ข้าวหอมมะลิ 13–18% (มาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย, 2544; อรณี 2558) โดยข้าวที่มีอะไมโลสสูงในระหว่างการหุงต้มจะดูดน้ำได้มากกว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ โดยข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลส 0–9 % และข้าวเจ้ามีปริมาณอะไมโลส 10–19 % (ประพาส, 2555) ดังนั้นปริมาณอะไมโลสจึงเป็นสาเหตุทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลงหรือร่วนแข็งมากขึ้น และทำให้ข้าวนุ่มน้อยลงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติจากการคืนตัวของอะไมโลสที่สูงแล้ว (เชาวนิพร และคณะ, 2560)

ในการทดลองหุงข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อย ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อย ได้แก่ ความร้อน pH ความชื้น การแช่เยือกแข็ง และการใช้กระบวนการนึ่งภายใต้ความดันสูง (Autoclave) เป็นต้น เป็นการสร้างแป้งทนย่อยได้อีกทางหนึ่ง และจากผลการทดลองพบว่าการหุงวิธีที่ 1 คือ การนำไปแช่แข็งจะทำให้มีแป้งทนย่อยสูงเหมาะสำหรับข้าวพญาสีมแกงซึ่งเป็นข้าวเหนียวและข้าวรวงถนน ส่วนการหุงวิธีที่ 1 5 และ 6 ปริมาณแป้งทนย่อยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ข้าวขาวม้ง เป็นข้าวที่มีอะไมโลสสูง ดังนั้นหากต้องการข้าวที่หุงแล้วมีแป้งทนย่อยสูงไว้ใช้บริโภคในชีวิตประจำวันข้าวทั้งสองชนิดนี้จึงเหมาะสมในการบริโภค

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถศึกษาผลของกรรมวิธีการหุงต่อปริมาณแป้งต้านทานการย่อยในข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อให้มีปริมาณแป้งต้านทานการย่อยเพิ่มในข้าวแต่ละพันธุ์ ผลจากการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยในข้าวพันธุ์ต่างๆ สามารถทำได้ด้วยวิธีการหุงที่ต่างกัน ซึ่งกรรมวิธีการหุงที่เหมาะสมสำหรับข้าวแต่ละพันธุ์ ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ หุงด้วยกรรมวิธีที่ 1 ข้าว กข43 หุงด้วยกรรมวิธีที่ 5 ข้าวลิ้มผัว หุงด้วยกรรมวิธีที่ 4 ข้าวขาวม้ง หุงด้วยกรรมวิธีที่ 6 ข้าวพญาสีมแกง หุงด้วยกรรมวิธีที่ 1 และข้าวรวงถนนหุงด้วยกรรมวิธีที่ 1 5 หรือ 6 จะทำให้ได้ปริมาณแป้งต้านทานการย่อยดีที่สุด ทั้งนี้พบว่าหากต้องการแป้งทนย่อยปริมาณสูงควรบริโภคข้าวกล้องหรือข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี ดังนั้นจึงสามารถนำความรู้จากการวิเคราะห์แป้งทนย่อยจากข้าวพันธุ์พื้นเมืองนี้มาใช้เป็นแนวทางในการผลิตแป้งทนย่อยเพื่อประโยชน์ในการผลิตอาหาร ลดความอ้วน ลดน้ำตาลสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และอาหารที่ต้องการเพิ่มกากใย เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงานวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน พิจารณาผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประเภทโครงการวิจัย และนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ ประจำปีงบประมาณ 2562 (PCRU_2562_NO30)

เอกสารอ้างอิง

- จิรนาค บุญคง. (2557). การใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 10(1), 19–29.
- จิรนาค บุญคง. (2558). Resistant starch แป้งที่มีบทบาทต่อสุขภาพ. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 6(1), 1–7.
- ฉวีวรรณ วุฒินา. (2543). พันธุ์ข้าวเมืองไทย. *เอกสารวิชาการศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร*.
- ดำเนิน กาละดี, และศันสนีย์ จำจด. (2543). พันธุ์ศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์และโภชนศาสตร์เกษตรของข้าวเหนียวดำ (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). สถาบันวิจัยและพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธนากร รติธรรมธร. (2559). ผลของการให้ความร้อนและการทำให้เย็นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการย่อยของแป้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 21(2), 248–259.
- ธนากร รติธรรมธร. (2560). แป้งต้านทานการย่อย. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 22(1), 166–176.
- ประพาส วีระแพทย์. (2555). *ความรู้เบื้องต้นเรื่องข้าว*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.
- มาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย กรมการข้าว. (2544). *คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- มานิชญ์ สุธีวัฒนานนท์. (2558). การเพิ่มปริมาณแป้งต้านทานการย่อยในผลิตภัณฑ์พาสต้าข้าวเจ้า (รายงานผลการวิจัย). สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- เชาวนิพร ชีพประสพ, หาสันต์ สาเหล็ก, และฤทัยทิพย์ อโนมณี. (2560). องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณอะไมโลสในข้าวพันธุ์พื้นฐานจังหวัดพัทลุง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี*, 7(2), 84 – 97.
- ศุภนาถ เห็นสว่าง. (2560). ข้าว..ความสำคัญ คุณค่าทางอาหาร และการปนเปื้อน. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 21(1), 15–18.
- อรณี แก้วกก. (2558). การวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีบางประการในข้าวพื้นเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ (รายงานผลการวิจัย). เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- Alexander, R.J. (1995). Resistant starch–new ingredient for the food industry. *Cereal Foods World*, 40(6), 455–458.

- Eerlingen, R.C., Crombez, M., & Delcour, J.A. (1993). Enzyme-Resistant Starch. I. Quantitative and Qualitative Influence of Incubation Time and Temperature of Autoclaved Starch on Resistant Starch Formation. **Cereal Chemistry**, **70**(3), 339–344.
- Englyst, H., & Cummings, J. (1987). Dietary fiber and resistant starch. **The American Journal of Clinical Nutrition**, **46**, 873–874.
- Frankel, O.H., Brownand, A.D.H., & Burdon,J.J. (1995). **The Conversation of Plant Biodiversity**, Cambridge: Cambridge University Press, 299.
- Ferguson, L.R., Tasman-Jones, C., Englyst, H., & Harris, P.J. (2000). Comparative effects of three resistant starch preparations on transit time and short-chain fatty acid production in rats. **Nutrition and Cancer**, **36**, 230–237.
- Hung, P.V., Vien, N.L., & Phi, N.T.L. (2016) Resistant starch improvement of rice starches under a combination of acid and heat-moisture treatments. **Food Chemistry**, **191**, 67–73.
- Raben, A., Tagliabue, A., Christensen, N.J., Madsn, J., Holst, J.J., & Astrup, A. (1994). Resistant starch: The effect on postprandial glycemia, hormonal response and satiety. **The American Journal of Clinical Nutrition**, **60**, 544 –551.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S., & Kullarni, P.R. (2006). Resistant starch: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, **5**(1), 1–17.
- Tripathy, S., Gurung, P., & Sharma, S.D. (2005). Intellectual property contribution with regard to rice genetic resources by tribes of South Orissa, India. **Plant Genetic Resources Newsletter**, **141**, 61–64.
- Zeng, S., Wu, X., Lin, S., Zeng, H., Lu, X., Zhang, Y., & Zheng, B., (2015). Structural characteristics and physicochemical properties of lotus seed resistant starch prepared by different methods. **Food Chemistry**, **186**, 213–222.