วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 25 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2563
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 25 (No.2) May – August 2020
บทความวิจัย

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและการชักนำแคลลัสของข้าวซิวแดง (*Oryza sativa* L. cultivar Sew Deng)

Nutritional Information Analysis, Antioxidant Activity and Callus Induction of Sew Deng Rice (*Oryza sativa* L. cultivar Sew Deng)

ณัตฐิยา ชัยชนะ*
Natthiya Chaichana*
โปรแกรมวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
Science Program, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University

Received : 2 April 2019
Revised : 1 July 2019
Accepted : 19 October 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการชักนำแคลลัสของข้าวซิวแดง จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการด้วยวิธีการของ AOAC พบว่า ข้าวซิวแดงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ใยอาหารและเถ้า เท่ากับ 70.78, 10.69, 3.36, 1.18 และ 1.98 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ ข้าวซิวแดงพบแร่ธาตุจำนวน 11 ชนิด (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส กำมะถัน โบรอน โซเดียม เหล็ก และ สังกะสี) หลังจากนำเมล็ดข้าวซิวแดงไปวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการของ DPPH พบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 13.16 ไมโครโมล TE/กรัม จากนั้นได้ศึกษาการชักนำแคลลัสของเมล็ดข้าวซิวแดงบนอาหาร MS ร่วมกับ 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) 0, 0.5, 1.0, 2.0 มก./ล. ผลการศึกษาพบว่าอาหารสูตรที่ MS ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ล. ชักนำให้เกิดแคลลัสได้ 100% และให้น้ำหนักแห้งของแคลลัสสูงสุดที่ 0.039 กรัมต่อชิ้นเนื้อเยื่อ หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์

คำสำคัญ : ข้าวซิวแดง, คุณค่าโภชนาการ, แร่ธาตุ, สารต้านอนุมูลอิสระ, แคลลัส

*Corresponding author. E-mail : natthiya.cha@crru.ac.th

Abstract

This research was purposed to analyze nutritional composition, antioxidant activity and callus induction of *Oryza sativa* L. cultivar Sew Deng. From nutritional composition analysis by AOAC method found that carbohydrate, protein, lipid, fiber and ash composition were 70.78, 10.69, 3.36, 1.18 and 1.98 g per 100g dry weight, respectively. *O. sativa* L. cultivar Sew Deng contained 11 minerals (N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, B, Na, Fe and Zn). After antioxidant activity analysis of *O. sativa* L. cultivar Sew Deng by DPPH method, the result revealed that it presented antioxidant activity of 13.16 umol TE/g. Then, the seed were further investigated callus induction on MS medium supplemented with 0, 0.5, 1.0 and 2.0 mg/l 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). The result found that MS medium supplemented with 0.5 mg/l 2,4-D exhibited 100% of callus induction and provided the highest callus dry weight of 0.039 g per explant after culture for 4 weeks.

Keywords : *Oryza sativa* L. cultivar Sew Deng**,** nutritional information**,** mineral**,** antioxidant**,** callus

บทนำ

การพัฒนาภาคการเกษตรเป็นฐานรายได้หลักและความมั่นคงด้านอาหารของประเทศ โดยเฉพาะข้าว ที่เป็นพืชอาหารหลักของคนไทยและส่งขายออกนอกประเทศ ชุมชนท้องถิ่น เป็นพลังหลักในการพัฒนาฐานรากของประเทศให้มั่นคง ชุมชนพึ่งพาตนเองได้สามารถบรรเทาปัญหาเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในพื้นที่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย นอกจากจะมีพรมแดนเป็นเขตติดต่อทางเศรษฐกิจแล้ว ยัง มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์มาตั้งแต่อดีต ไม่น้อยกว่า 10 ชนเผ่า อาทิเช่น ไทยวน พม่า ลาว ไทยลื้อ จีน อาข่า ลาหู่ เมี่ยน ม้ง ขมุ ลัวะ ไทยใหญ่ เป็นต้น จึงควรมีการศึกษาและอนุรักษ์ภูมิปัญญาในท้องถิ่นแต่ละชนเผ่าเพื่อไม่ให้สูญหายไป รวมไปถึงการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวไร่ ข้าวนา ในท้องถิ่น เพื่อรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากร และการสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์กับการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนในอนาคตได้ ซึ่งข้าวบางชนิด มีคุณประโยชน์ที่สามารถนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ ข้าวซิวแดง (*Oryza sativa* L. cultivar Sew Deng) เป็นข้าวเหนียว พบที่บ้านป่าตึง หมู่ 5 ตำบลบ้านแซว อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ปัจจุบันพบว่ามีการปลูกอยู่ 1-2 ครัวเรือน มีแนวโน้มจะสูญหายไปจากพื้นที่สูง ด้วยความที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีแดง ทำให้เป็นที่สนใจในการปลูกและอนุรักษ์พันธุ์ไว้

ภาพที่ 1 ข้าวซิวแดง

ในประเทศไทยมีพืชพรรณหลากหลายชนิด แตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ ภูมิปัญญาและการใช้ประโยชน์ของชุมชนท้องถิ่น โดยเฉพาะพืชที่มีการบริโภคหรือนำมาใช้เป็นสมุนไพรในชุมชนย่อมเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาเป็นอันดับแรก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านนิเวศวิทยา สรรพคุณและคุณประโยชน์ รวมไปถึงการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ของท้องถิ่น ข้าวหลายชนิดถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณที่เป็นประโยชน์ในการรักษาหรือบรรเทาอาการของโรค อาทิเช่น การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ดีเด่นภาคเหนือตอนบน คือ ข้าวเหนียวเขี้ยวงู พบว่าค่า พลังงาน โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และวิตามินอีในข้าวกล้องสูงกว่าพันธุ์ กข6 ผลการทดสอบเบื้องต้นของ ผู้บริโภคในศูนย์วิจัยข้าวเชียงรายพบว่าส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเหนียวเขี้ยวงู (Naruebal *et al.,* 2010) และการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์ จากจังหวัดอุบลราชธานี คือ ข้าวเหนียวดำ ข้าวหอมกัญญา ข้าวหอมนิล ข้าวสังข์หยด ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเล้าแตก ข้าวสินเหล็ก และข้าวหอมอุบล จากผลการวิจัยพบว่า ข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ข้าวหอมกัญญามีปริมาณ วิตามินอี และไขมันสูงที่สุด ข้าวหอมนิลมีปริมาณใยอาหาร ซีลีเนียม และไนอะซินสูงที่สุด ข้าวสังข์หยดมีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด ข้าวสินเหล็กมีปริมาณวิตามินบี 1 สูงที่สุด และข้าวหอมอุบลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และธาตุเหล็กสูงที่สุด เป็นต้น (Rujirapisit *et al.,* 2012) สรรพคุณอย่างหนึ่งของสารสกัดจากพืช คือมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่ยับยั้ง หรือต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือสารที่สามารถขจัดอนุมูลอิสระ (free radical) ในร่างกาย โดยอนุมูลอิสระส่งผลให้เซลล์ในร่างกายเสื่อมสภาพและมีประสิทธิภาพในการทำงานน้อยลง อาจทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ตามมา เช่น โรคมะเร็ง ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และโรครูมาตอยด์ เป็นต้น ข้าวหลายชนิดมีสรรพคุณในการต้านอนุมูลอิสระ โดยเมล็ดข้าวสีแดง สีน้ำตาล สีดำ และสีม่วงมักมีสารฟินอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระที่สูง (Walter & Marchesan, 2011; Min *et al.,* 2012) ในประเทศไทย ได้มีการศึกษาได้มีการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากเมล็ดข้าวสีน้ำตาล พันธุ์สังข์หยด (Sangyod) เมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105(Khao Dawk Mali 105) พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระใน เมล็ดข้าวสีน้ำตาลมากกว่าเมล็ดข้าวสีขาว และเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณสารฟินอลิกที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Srisawat *et al.,* 2010) นอกจากนี้ ยังได้มีการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในข้าวหลายหลายสายพันธุ์จากต่างประเทศ อาทิเช่น ข้าวจากปากีสถาน (Iqbal *et al.,* 2005) เกาหลี (Choi *et al.,* 2007) บังคลาเทศ (Dutta *et al.,* 2012) และบราซิล (Walter *et al.,* 2013) เป็นต้น ซึ่งพบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในระดับที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของสายพันธุ์และพื้นที่

วิธีการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชวิธีหนึ่ง ก็คือ การใช้กระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ในการอนุรักษ์ และสามารถผลิตขยายต้นพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น โดยการเพาะเลี้ยงแคลลัสเป็นเทคนิคการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อวิธีการหนึ่ง ที่สามารถชักนำได้จากทั้งส่วนใบอ่อน ตา ยอด หรือ เมล็ด เมื่อชักนำให้เกิดแคลลัสได้แล้วสามารถชักนำต่อให้เกิดยอดและรากเพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชได้ นอกจากนี้ ยังสามารถเพาะเลี้ยงเพื่อผลิตและเพิ่มปริมาณสารที่เป็นประโยชน์จากข้าวพื้นเมืองได้อีกทางหนึ่งด้วย จากงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว พบว่าปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การเพาะเลี้ยงประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ชนิดของเนื้อเยื่อ สารควบคุมการเจริญเติบโต และสภาพการเพาะเลี้ยง (Puhan & Siddiq, 2013) โดยการชักนำแคลลัสจากเมล็ดด้วยการเพาะเลี้ยงเมล็ดบนอาหาร MS (Murashige & Skoog, 1962) ที่เติม 2,4-D 1.5–3.5 มก./ล. และ Kinetin 0.5–1.5 มก./ล. พบว่าสูตรอาหารที่สามารถชักนำแคลลัสได้สูงสุดที่ 44.4% คือ MS ร่วมกับ 2,4-D 2.5 มก./ล. และ Kinetin 0.5 มก./ล. จากนั้น นำ

แคลลัสที่ได้มาชักนำยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม 6-Benzylaminopurine (BAP) 1.0–3.0 มก./ล. Kinetin 0.5–1.5 มก./ล. และ Naphthaleneacetic acid (NAA) 0.5–1.5 มก./ล. พบว่า อาหารสูตร MS ร่วมกับ BAP 2.0 มก./ล. , NAA 0.5 มก./ล. และ Kinetin 0.5 มก./ล. สามารถชักนำยอดได้สูงสุด ที่ 42.5% (Wani *et al.,* 2011) และจากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวของมาเลเซีย พบว่า การชักนำแคลลัสจะเกิดสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวบนอาหาร MSB5 ที่เติม 2, 4-D 2 มก./ล. maltose 40 ก./ล. casein hydrolysate 600 มก./ล. และ gelrite 0.4% (Shahsavari, 2010) นอกจากสารควบคุมการเจริญเติบโตแล้ว ยังพบว่าแหล่งคาร์บอนยังมีผลต่อการเจริญเป็นต้นอ่อนของเมล็ดข้าวผ่านแคลลัสอีกด้วย จากการศึกษาการชักนำแคลลัสจากข้าวบนอาหารสูตร MS ร่วมกับ 2,4-D 2.0 มล./ล. แล้วย้ายเลี้ยงในอาหารที่มีแหล่งคาร์บอนต่างกัน พบว่า อาหารสูตร MS ร่วมกับ maltose 3% sorbitol 3% และ sucrose 6% สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนสูงที่สุด (Ikram *et al.,* 2009) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและการชักนำแคลลัสของข้าวชิวแดงเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

1.1 การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

นำเมล็ดข้าวพื้นเมืองจากอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 วัน และนำมาวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ใยอาหารและพลังงาน จากสารสกัดเมล็ดข้าวพื้นเมือง โดยใช้วิธี AOAC (AOAC, 2005) ได้ปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และใยอาหาร ออกมา เป็น มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

1.2 การวิเคราะห์แร่ธาตุ

ปริมาณแร่ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โบรอน (B) และ กำมะถัน (S) วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjedahl, Vanadomolybdate, Azomethine-H และ $BaCl_2$ ตามลำดับ แคลเซียม (C) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) วิเคราะห์ด้วยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ส่วน โพแทสเซียม (K) และโซเดียม (Na) วิเคราะห์ด้วยวิธี Atomic Emission Spectroscopy (AES)

1.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีพีเอช (DPPH scavenging activity) โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัดความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตวงตัวอย่างสารสกัดนี้ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร เติมลงใน DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลลา ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer เป็นเวลา 10 นาที ตั้งพักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer โดยใช้ BHT เป็นสารมาตรฐาน คำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

2. การศึกษาสูตรอาหารในการชักนำแคลลัสข้าวชิวแดงในสภาพปลอดเชื้อ

นำเมล็ดข้าวชิวแดงมาแกะเปลือกและนำมาฟอกฆ่าเชื้อด้วย 15 %Clorox เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วมาชักนำแคลลัสบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ตามสูตรอาหารต่างๆ คือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับ 2,4 D 0,

0.5, 1 และ 2 มล./ล. จำนวน 20 ซ้ำ (10 ขวด ขวดละ 2 เมล็ด) เพาะเลี้ยงแคลลัสที่อุณหภูมิ 25±2 °C ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และน้ำหนักแห้ง

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหารและเถ้า ของข้าวซิวแดงแสดงในตารางที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าข้าวซิวแดงพบปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด 70.78 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง พบปริมาณโปรตีน 10.69 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และพบปริมาณ ไขมัน ใยอาหาร และเถ้า 3.36, 1.18 และ 1.98 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณแร่ธาตุทั้ง 12 ชนิดของข้าวซิวแดงแสดงในตารางที่ 2 ข้าวซิวแดงประกอบด้วยแร่ธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส กำมะถัน โบรอน โซเดียม เหล็ก และ สังกะสี ส่วนทองแดงพบในปริมาณค่อนข้างน้อย (<1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และจากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวซิวแดง พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 13.16±0.03 ไมโครโมล TE/กรัม

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวซิวแดง

ข้าวซิวแดง	คุณค่าทางโภชนาการ (กรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักแห้ง)
โปรตีน	10.69 ± 0.12^{b}
ไขมัน	3.36 ± 0.12^{c}
คาร์โบไฮเดรต	70.78 ± 1.32^{a}
ใยอาหาร	1.18 ± 0.04^{d}
เถ้า	1.98 ± 0.04^{cd}

คุณค่าทางโภชนาการแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ ANOVA เปรียบเทียบตัวแปรด้วย Turkey ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามคอลัมน์คือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณแร่ธาตุของข้าวซิวแดง

ปริมาณแร่ธาตุ	ข้าวซิวแดง
ไนโตรเจน (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	1.68±0.07
ฟอสฟอรัส (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	0.34±0.03
โพแทสเซียม (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	0.57±0.03
แคลเซียม (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	0.07±0.01
แมกนีเซียม (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	0.27±0.04
แมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	26.81±0.26
กำมะถัน (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	0.11±0.01
โบรอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	3.33±0.04
โซเดียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	170.70±2.16
เหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	23.31±0.11
สังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	26.72±0.08
ทองแดง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<1.00

2. การศึกษาสูตรอาหารในการชักนำแคลลัสข้าวซิวแดงในสภาพปลอดเชื้อ

ผลของการชักนำแคลลัสของข้าวซิวแดงที่ 4 สัปดาห์ พบว่า สูตรอาหาร MS ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ล. สามารถชักนำแคลลัสข้าวซิวแดงได้มากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นการเกิดแคลลัสมากที่สุดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และได้ปริมาณน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด 0.039 กรัมต่อชิ้นเนื้อเยื่อ สูตรอาหาร MS ร่วมกับ 2,4-D 1.0 และ 2.0 มก./ล. พบว่าเกิดแคลลัสที่ 85 และ 40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมสูตรอาหาร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตไม่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาสูตรอาหารในการชักนำแคลลัสข้าวซิวแดงที่ 4 สัปดาห์

สูตรอาหาร	อัตราการเกิดแคลลัส (%)	น้ำหนักแห้งแคลลัสเฉลี่ย/ชิ้นเนื้อเยื่อ (กรัม)
MS	0	0^{d}
MS+ 2,4-D 0.5 มก./ล.	100	0.039 ± 0.005^{a}
MS+ 2,4-D 1.0 มก./ล.	85	0.017 ± 0.002^{c}
MS+ 2,4-D 2.0 มก./ล.	40	0.027 ± 0.002^{b}

น้ำหนักแห้งแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ ANOVA เปรียบเทียบตัวแปรด้วย Turkey ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามคอลัมน์คือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 2 แคลลัสข้าวชิวแดงหลังจากเลี้ยงบนอาหาร MS ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ล. เป็นเวลา 4 สัปดาห์

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวชิวแดงใกล้เคียงกันที่พบในข้าวชนิดอื่นๆ โดยข้าวสายพันธุ์อื่น เช่น ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ข้าวสารชุมแสง ข้าวสารมันปู ข้าวสารเหนียวดำ พบปริมาณคาร์โบไฮเดรต 80.4, 79.3, 77.0 และ 76.1 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Senawat, 2001) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนที่พบในข้าวชิวแดง (10.69 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) มีสัดส่วนที่สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ยกตัวอย่างเช่น ข้าวสารชุมแสง (6.9 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารเสาไห้ (6.6 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารเหนียว (6.3 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 (6.2 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) เป็นต้น (Senawat, 2001) นอกจากนี้ ข้าวชิวแดงยังพบปริมาณโปรตีนมากกว่าข้าวพื้นเมืองในหมู่บ้านทิพุเย อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งพบปริมาณโปรตีน 0.68-7.86 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (Na Thaisong *et al.,* 2017) และพบปริมาณโปรตีนมากกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองจากศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ซึ่งพบปริมาณโปรตีน 7.6 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (Cheprasop *et al.,* 2017) จะเห็นได้ว่าข้าวชิวแดงมีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะอย่างยิ่งพบปริมาณโปรตีนในสัดส่วนที่ค่อนของสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น จึงควรทำการพัฒนาต่อยอดเชิงพาณิชย์ เช่น อาหารเสริม หรือพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น รวมไปถึงการอนุรักษ์และขยายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไม่ให้สูญหายไปอีกด้วย

จากการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของข้าวชิวแดงทั้ง 12 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแร่ธาตุกับข้าวพันธุ์อื่นๆ พบว่าแร่ธาตุบางชนิดมีปริมาณสูงกว่า ยกตัวอย่างเช่น แร่ธาตุแคลเซียมของข้าวชิวแดง (0.07 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) พบปริมาณมากกว่า ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 (0.003 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารมันปู (0.018 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารเหนียวดำ (0.026 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวบาเลย์ (0.041 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) เป็นต้น นอกจากนี้ ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวชิวแดง (0.34 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ยังพบปริมาณที่มากกว่า ข้าวสารเหนียว (0.063 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 (0.066 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารชุมแสง (0.095 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวบาเลย์ (0.191 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวสารมันปู (0.277 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ข้าวฟ่าง (0.316 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) เป็นต้น นอกจากนี้ ปริมาณธาตุเหล็กที่พบในข้าวชิวแดงยังพบในปริมาณที่สูง (23.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยพบมากกว่าข้าวบาเลย์ (14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และข้าวสารเหนียวดำ (23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เป็นต้น (Senawat, 2001)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่พบในข้าวชิวแดง เท่ากับ 13.16±0.03 ไมโครโมล TE/กรัม จากผลการวิเคราะห์พบว่า ข้าวชิวแดงพบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการต้าน

อนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในจังหวัดสุราษฎร์ธานีในฤดูฝน ซึ่งข้าวซิวแดงพบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่า ผลตะลิงปลิง (*Averrhoa bilimbi*) ผลเนียง (*Archidendron pauciflorum*) และ ผลสะตอ (*Parkia speciosa*) ซึ่งพืชทั้ง 3 ชนิด ข้างต้น พบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 6.98 ไมโครโมล TE/กรัม, 1.25 ไมโครโมล TE/กรัม และ 3.02 ไมโครโมล TE/กรัม ตามลำดับ (YaKo *et al.,* 2018) และข้าวซิวแดงยังพบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านบางชนิด อาทิเช่น ผักมะรุม (*Moringa oleifera*) ผลมะตูม (*Aegle marmelos*) เนื้อมะขาม (*Tamarindus indica*) ผลมะนาว (*Citrus aurantifolia*) ซึ่งพบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2.15 ไมโครโมล TE/กรัม, 11.41 ไมโครโมล TE/กรัม, 0.58 ไมโครโมล TE/กรัม และ 0.39 ไมโครโมล TE/กรัม ตามลำดับ (Halee & Rattanapun, 2017) นอกจากนี้ ข้าวพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทยได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าข้าวซิวแดงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวขาวตาแห้ง และข้าวเหลืองประทิว ซึ่งพบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 9.30±1.60 ไมโครโมล TE/กรัม, 8.33±0.51 ไมโครโมล TE/กรัม และ 8.26±0.37 ไมโครโมล TE/กรัม ตามลำดับ (Limsangouan, 2018) ข้าวซิวแดงประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีเข้ม ด้วยลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลให้เมล็ดข้าวซิวแดงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในข้าวโพดข้าวเหนียว (*Zea may* L. var. certaina) 20 สายพันธุ์ ซึ่งพบว่าสายพันธุ์ที่มีเมล็ดมีสีเข้มมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากลุ่มที่เมล็ดไม่มีสี (Harakotr *et al.,* 2015)

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าข้าวซิวแดงประกอบด้วยคุณค่าทางโภชนาการและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์ โดยที่ข้าวซิวแดงพบปริมาณโปรตีน ธาตุแคลเซียม ธาตุเหล็ก และธาตุฟอสฟอรัสค่อนข้างสูงกว่าข้าวพื้นเมืองที่พบในภูมิภาคต่างๆ และพบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างสูง จึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาต่อยอดเพื่อพัฒนา ปรับปรุง และอนุรักษ์เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต ซึ่งในการวิจัยในหัวข้อถัดไปจึงเป็นการศึกษาเพื่อการอนุรักษ์และขยายพันธุ์ข้าวซิวแดงด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยผ่านวิธีการชักนำแคลลัส

จากผลการวิจัยการชักนำแคลลัสของข้าวซิวแดงพบว่า สูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสของข้าวซิวแดง คือ อาหารสูตร MS ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ล. โดยให้อัตราการเกิดแคลลัสและปริมาณแคลลัสสูงที่สุด ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า อาหารสูตร MS ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ล. สามารถชักนำแคลลัสได้ดีที่สุด จากข้าวหลายสายพันธุ์ (hsien rice) ในประเทศจีน (Chunbo *et al.,* 2009) นอกจากนี้ ยังได้มีงานวิจัยการชักนำแคลลัสจากข้าวในประเทศมาเลเซีย พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D สามารถชักนำแคลลัสได้สูงสุดอีกเช่นกัน (Shahsavari *et al.,* 2010) และจากการศึกษาการชักนำแคลลัสของข้าว (*Oryza sativa* L.) จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ ASD 16, ADT 43, Basmati 370, Pusa Basmati และ Pokkali พบว่า MS ที่เติม 2,4-D สามารถชักนำแคลลัสได้ 58.33 % ถึง 96.67 % (Revathi & Arumugam Pillai, 2011) แคลลัสของข้าวซิวแดงที่ได้สามารถชักนำต่อให้เกิดเป็นต้นอ่อนได้ ซึ่งเป็นการช่วยในการอนุรักษ์และขยายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีคุณค่าทางโภชนเภสัชได้ ยิ่งไปกว่าขึ้นยังสามารถศึกษาเลี้ยงแคลลัสในสภาพปลอดเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณสารที่เป็นประโยชน์ได้อีกทางหนึ่งด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าข้าวชิวแดงประกอบด้วยคุณค่าทางโภชนาการ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ใยอาหารและเถ้า โดยพบปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุด เท่ากับ 70.78 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาพบปริมาณโปรตีน 10.69 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และพบแร่ธาตุจำนวน 11 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส กำมะถัน โบรอน โซเดียม เหล็ก และ สังกะสี จากการวิเคราะห์พบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 13.16 ไมโครโมล TE/กรัม และจากผลการชักนำแคลลัสพบว่า สูตรอาหารที่สามารถชักนำแคลลัสข้าวชิวแดงได้ดีที่สุดคือ MS ร่วมกับ 2,4-D 0.5 มก./ล. โดยมีอัตราการเกิดแคลลัสมากที่สุดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และได้ปริมาณน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด 0.039 กรัมต่อชิ้นเนื้อเยื่อ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และ สถาบันความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาท้องถิ่นและอาเซียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

เอกสารอ้างอิง

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International.* USA: AOAC.

Chepprasop, C., Salem, H., & Anomunee, R. (2017). Chemical composition and amylose content in local rice variety from Phatthalung rice research center. *Science and Technology RMUTT Journal, 7*(2), 84-97. (in Thai)

Choi, Y., Jeong, H.S., & Lee, J. (2007). Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. *Food Chemistry, 103*, 130-138.

Chunbo, M., Zhigang, W., & Bingyao, S. (2009). Effects of 2, 4-D and 6-BA on callus induction and plantlet regeneration from mature embryos of hsien rice. *Hu'nan Agricultural Science & Technology Newsletter, 10*(4), 22-26.

Dutta, A. K., Gope, P.S., Banik, S., Makhnoon, S., Siddiquee, M.A., & Kabir, Y. (2012). Antioxidant properties of ten high yielding rice varieties of Bangladesh. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2*(1), 99-103.

Halee, A., & Rattanapun, B. (2017). Study of Antioxidant Efficacies of 15 Local Herbs. *KMUTT Research and Development Journal, 40*(2), 283-293. (in Thai)

Harakotr, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., & Lertrat, K. (2015). Profile of phenolic compounds and antioxidant capacity in waxy corn at different maturation stages. *KHON KAEN AGR. J. 43*(1), 311-316. (in Thai)

Ikram, H., Zhao, C.X., Zahid, M., Cheruth, A.J., & Mohamed, M.A. (2009). Effect of physical desiccation on plant regeneration efficiency in rice (*Oryza sativa* L.) variety super basmati. *Journal of Plant Physiology, 166*(14), 1568–1575.

Iqbal, S., Bhanger, M.I., & Anwar, F. (2005). Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chemistry, 93*, 265–272.

Limsangouan, N. (2018). Functional properties of Thai rice: antioxidant capacity and the synergistic effects of probiotic growth. *Journal of Science & Technology, 26*(8), 1336-1347. (in Thai)

Min, B., Gu, L., McClung, A. M., Bergman, C. J., & Chen, M.H. (2012). Free and bound total phenolic concentrations, antioxidant capacities, and profiles of proanthocyanidins and anthocyanins in whole grain rice (*Oryza sativa* L.) of different bran colours. *Food Chemistry, 133*, 715–722.

Murashige, T, & Skoog, F. (1962) A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*, *15*, 473–497.

Na Thaisong, P., Katakul, S., Tokamolthom, J., & Thaweeseang, N. (2017). Proximate Composition and Antioxidant Activity of Native Rice Varieties in Ban Thiphuye, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province. *Journal of Science & Technology, 25*(5), 805-812. (in Thai)

Naruebal, S., Moolkam, S., Boonme, N., Markkool, P., Sanwong, W. & Chuea-auan, S. (2010).*Local rice promising line in upper northern Thailand.* Bangkok: Bureau of Rice Research and Development. (in Thai)

Puhan, P., & Siddiq, E.A. (2013). Protocol optimization and evaluation of rice varieties response to in vitro regeneration. *Advances in Bioscience and Biotechnology, 4*, 647-653.

Revathi, S., & Arumugam Pillai, M. (2011). In vitro callus induction in rice (*Oryza sativa* L.). *Research in Plant Biology, 1*(5), 13-15.

Rujirapisit, P., Sangkaeo, W., & Ieowsakulrat, S. (2012). Nutritional value of 9 rice cultivars. *Agricultural Sci. J., 43*(2), 173-176.

Senawat, S. (2001). *Nutritive Values of Foods.* Bankok: Department of Health. (in Thai)

Shahsavari, E., Maheran, A.A., Siti Nor Akmar, A., & Hanafi, M.M. (2010). The effect of plant growth regulators on optimization of tissue culture system in Malaysian upland rice. *African Journal of Biotechnology, 9*(14), 2089-2094.

Shansavari, E. (2010). Evaluation and Optimizations of Media on the Tissue Culture System of Upland Rice. *Int. J. Agric. Biol., 12*, 537-540.

Srisawat, U., Panunto, W., Kaendee, N., Tanuchit, S., Itharat, A., Lerdvuthisopon, N., & Hansakul, P. (2010). Determination of phenolic compounds, flavonoids, and antioxidant activities in water extracts of Thai red and white Rice cultivars. *J. Med. Assoc. Thai., 93*, 83-91.

Walter, M., & Marchesan, E. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activity of rice. *Braz. Arch. Biol. Technol., 54*, 371-377.

Walter, M., Marchesan, E., Massoni, P.F. S., 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*, 698–703.

Wani, S.H., Sanghera, G.S., & Gosal, S.S. (2011). An efficient and reproducible method for regeneration of whole plants from mature seeds of a high yielding Indica rice (*Oryza sativa* L.) variety PAU 201. *New Biotechnology, 28*(4), 418–422.

YaKo, K., Wachasach, T., & Suwanachot, P. (2018). Antioxidant Activity of Indigenous Vegetables in Suratthani Province. In *Proceeding Research 4.0 Innovation and Development SSRU's 80th Anniversary*. (pp. 233-243). Suan Sunandha Rajabhat University: Bankok. (in Thai)