

ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง^{1/}
 Factors Affecting Chemical Composition and Antioxidants of Native Rice
 Species^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นายภากร นิลพัฒน์^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุพัตรา คำเรียง^{3/}

บทคัดย่อ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นอาหารหลักของประชากรโลกโดยเฉพาะในเอเชีย มีประชากรกว่า 95% บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น คุณค่าทางโภชนาการสูง ป้องกันและรักษาโรคบางชนิดได้ นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาพการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูป จากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องข้าวสาร ดังนั้นสัมมนาเรื่องนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกในหมู่บ้านทิพเย พบว่า มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างสูงโดยเฉพาะ บิอกักาย บิอม้ง บิอพิอทองและข้าวเหลือง มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระพบว่า ข้าวบิอเหนือเมื่อมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ และพลังงาน ของข้าวพื้นเมืองในพื้นที่จังหวัด นครราชสีมา จำนวน 10 พันธุ์ พบว่า ข้าวทั้ง 10 พันธุ์มีสารอาหารที่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การวิเคราะห์ปริมาณสารกาบา พบว่า มีปริมาณสารกาบาอยู่ในช่วง 9.62-88.25 mg/100 g ข้าวกล้องงอกมีปริมาณสารกาบาแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารกาบา คือ สายพันธุ์ข้าว ระยะเวลาการเพาะให้งอก และอุณหภูมิ และข้าว ที่มีกาบาสูงที่สุดคือ ข้าวเหนียวดำชุมพวง ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงสุด คือ ข้าวหอมทอง การวิเคราะห์ สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ตามลำดับข้าวเหนียวดำ 2 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงสุด

คำสำคัญ : Chemical composition; Antioxidants; Native Rice Species; องค์ประกอบทางเคมี; สารต้านอนุมูลอิสระ; ข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง

1/เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาทางพืชไร่

2/นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

3/อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) จัดได้ว่าเป็นอาหารหลักของประชากร ซึ่งข้าวจัดได้ว่าเป็นพืชที่มีความหลากหลายในด้านพันธุ์และมีเอกลักษณ์เฉพาะที่โดดเด่นตามสภาพภูมิประเทศที่เพาะปลูก และเป็นแหล่งรวมของคุณค่าทางอาหารหลาย ๆ อย่าง และพบว่าองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของข้าวทางเคมีคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำหรือความชื้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวสาร และข้าวกล้อง โดยมีคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีสตาร์ชเป็นหลักในสัดส่วนต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว ทำให้ข้าวมีลักษณะคุณภาพต่างกันไปตลอดจนมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมพลังงาน นอกจากนี้ยังพบว่าในข้าวจะมีวิตามินซี วิตามินอี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 แคลเซียม แมกนีเซียม ไฟโตสเตอรอล (Phytosterols) ไทรซิน (Tricin) และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟีนอลิก (Phenolics) และแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ในปริมาณสูง ปริมาณสารอาหารเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และการขัดสีข้าว นอกจากนี้พบว่าข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่เมล็ดมีสีจะมีปริมาณแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก แกมมาออโรซานอลสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพันธุ์ที่เมล็ดไม่มีสี (Moko et al., 2014, p. 1053)

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น คุณค่าทางโภชนาการสูง ป้องกันและรักษาโรคบางชนิดได้ เป็นต้น ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นฐานสำคัญยิ่งในการนำไปใช้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ข้าวพันธุ์ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันจะมีคุณค่าทางโภชนาการหรือมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาพการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูป จากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องข้าวสาร การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proxymate analysis) เพื่อให้องค์ประกอบทางเคมีหรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใย หยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก นอกจากสารอาหารหลักนี้แล้วยังมีข้อมูลว่าข้าวพื้นเมืองเป็นแหล่งหนึ่งของธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ กรดฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ดังนั้นสมควรอย่างยิ่งที่จะมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง

ข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง

พันธุ์ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยมีความหลากหลายของชนิดข้าวและพันธุ์ข้าวสูง โดยเฉพาะข้าวพื้นเมือง เป็นข้าวที่เกิดจากการเพาะพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่ทรหดต่อแดดฝน เหมาะสมกับดินในท้องที่ของ ชาวนาในท้องถิ่น ปลูกแล้วจึงเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ส่งต่อจากลูกสืบหลาน อีกส่วนหนึ่ง

เกิดจากการกลายพันธุ์ของ ข้าวตามธรรมชาติ ชื่อเรียกพันธุ์ข้าวที่ชาวนาค้นพบ จึงออกมาเป็นแบบบ้านๆ เช่น ตาแห้ง หอมมะลิแดง และ ชัยนาท สายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของไทยที่พบในภาคกลางเช่น พันธุ์ปิ่นแก้ว หอมดง และเหลืองเลาขวัญ เป็นต้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น พันธุ์เนียงกวง ข้าวใหญ่ และควายหลง เป็นต้น ภาคใต้ พันธุ์ตาหนอน รวงยาว ลายวง เข้มเงิน และรวงงาม และภาคเหนือเช่น ข้าวเจ้าแดง ข้าวเหนียวเขี้ยววง สอดคล้องกับการศึกษา อุดมสุข (2556) ศึกษา ความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองในจังหวัดอุทัยธานี พบ ลักษณะทางปริมาณมีความหลากหลายทั้งภายในและระหว่างประชากร โดยพบลักษณะที่มีความหลากหลาย คือ ความสูงต้น อายุวันออก ดอก

จำนวนต้นตอก และน้ำหนักเมล็ดตอก (ที่ความชื้น 14%) การอนุรักษ์พันธุกรรมข้าวพื้นเมืองเป็นทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืนโดยใช้ ประโยชน์จากข้อดีที่มีอยู่ในเชื้อพันธุกรรมข้าวเหล่านั้นทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ไม่เน้นผลผลิตสูงแต่ใช้ ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของข้าวแต่ละพันธุ์ซึ่งมีข้อมูลว่าข้าวพื้นเมืองเป็นแหล่งหนึ่งของธาตุอาหาร 12 ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่กรดฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชัน (antioxidant) (Tian et al., 2004) การจำแนกความหลากหลายโดยวิธีการทางลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะที่บันทึกคือ ลักษณะ สัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา ซึ่งแบ่งเป็นลักษณะทางคุณภาพ 14 ลักษณะ คือ สีแผ่นใบ สีกาบใบ สีลั่นใบ รูปร่างลั่นใบ สีหุใบ สีข้อ สีปล้อง สีข้อต่อใบ สียอดเกสรตัวเมีย สียอดดอก สีกลีบรองดอกและสีหางข้าว และ ลักษณะทางปริมาณ 4 ลักษณะ คือ น้ำหนัก 100 เมล็ด ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือก ความยาวเมล็ดข้าวเปลือก ความหนาเมล็ดข้าวเปลือก (อรรธรรม และคณะ, 2553) แล้วประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมภายใน ประชากรและระหว่างประชากร โดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-weaver index (H') ในการ พิจารณาความหลากหลายทางพันธุกรรมของลักษณะทางคุณภาพ ซึ่งค่า H' สูง แสดงว่ามีความหลากหลาย ภายในประชากรสูง ส่วนลักษณะทางปริมาณพิจารณาโดยใช้ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd) ค่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (cv, %) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) พบว่า ลักษณะทางคุณภาพที่ประเมินมีความหลากหลายภายในประชากรและระหว่างประชากน้อยมาก (ทรายแก้ว , 2547) การประเมินข้าวพื้นเมืองของภาคใต้ พบความหลากหลายของลักษณะ ความยาว ความกว้างอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง รูปร่างของเมล็ดและสีของเมล็ด บางลักษณะมีความจำเป็นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ เช่นเพิ่มผลผลิต คุณภาพการต้านทานโรคและแมลง ส่วนลักษณะทางปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 10 พันธุ์ได้แก่น้ำหนัก 100 เมล็ดความกว้างข้าวเปลือก ความยาวข้าวเปลือกความหนาข้าวเปลือกความกว้างข้าวกล้องความยาวข้าวกล้องและความหนาข้าวกล้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) สอดคล้องกับการศึกษา อุดมสุข (2556) ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองในจังหวัดอุทัยธานี พบลักษณะทางปริมาณมี

ความหลากหลายทั้งภายในและระหว่างประชากร โดยพบลักษณะที่มีความหลากหลายคือ ความสูง ต้น อายุวันออกดอก จำนวนต้นตอก และน้ำหนักเมล็ดตอก (ที่ความชื้น14%) เนื่องจากประชากรของแต่ละตัวอย่างพันธุ์ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาที่เหมือนกันอาจมีความแตกต่างกันในระดับพันธุกรรม ดังนั้นการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์พื้นเมือง 22 ตัวอย่างพันธุ์นี้โดยการวิเคราะห์ในระดับโมเลกุลจึงเป็นวิธีที่จะนำมาใช้ต่อไป (วิชุดาและดำเนิน, 2549)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

ปิ่นธิดา และคณะ , (2560) กล่าวว่า ข้าวพื้นเมืองเป็นพันธุ์ข้าวที่มีความผันแปรทางพันธุกรรมสูง จึงมีการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เช่น ความทนแล้ง ทนน้ำท่วม ความต้านทานโรค และแมลง และความสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาพการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูป จากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องข้าวสาร การวิเคราะห์หา องค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปใช้วิธีการวิเคราะห์ ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proxymate analysis) เพื่อให้องค์ประกอบทางเคมีหรือ สารอาหารหลักที่มีในข้าวคือ โปรตีน ไขมันเส้นใย หยาด เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาพการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องข้าวสาร การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proxy-mate analysis) เพื่อให้องค์ประกอบทางเคมีหรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ โปรตีน ไขมันเส้นใย หยาด เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก นอกจากสารอาหารหลักนี้แล้วยังมีข้อมูลว่าข้าวพื้นเมืองเป็นแหล่งหนึ่งของธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ กรดฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์ (ส่วนมากพบแอนโทไซยานิน) ซึ่งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่กำลังเป็นกระแสของผู้บริโภคในปัจจุบัน

ผลการศึกษาขององค์ประกอบทางเคมี

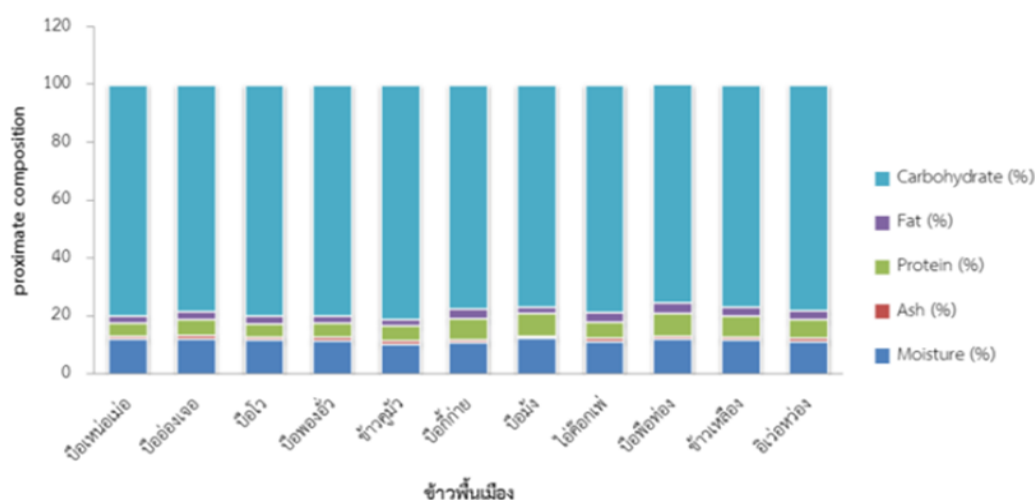
การศึกษาขององค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวพื้นเมืองในพื้นที่ชุมชนทิพูเย ตำบลชะแล อำเภอดงพญาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรีทั้ง 11 ตัวอย่าง (ภาพที่1) พบว่าตัวอย่างข้าวพื้นเมืองมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 10.30 ถึง 12.29 %ปริมาณเถ้าอยู่ที่ 0.76ถึง1.26 %ปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 4.52 ถึง7.86%ปริมาณไขมันอยู่ที่ 2.16ถึง3.87 %และปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ที่ 75.47ถึง81.15 % โดยข้าวป๊อม่้งมีปริมาณความชื้นและโปรตีนสูงที่สุดแต่มีปริมาณเถ้าและไขมันต่ำที่สุดดังแสดงในรูปที่ 1

เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้าวเหนียว กข.6 ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอก และสารสกัดจากข้าวกล้องงอก พบว่าตัวอย่างข้าวพื้นเมืองบ้านทิพูเยมีปริมาณความชื้น ไขมันและคาร์โบไฮเดรตสูงกว่า แต่มีปริมาณเถ้าและโปรตีนต่ำกว่า เนื่องจากข้าวที่ผ่านกระบวนการงอกจะมีปริมาณของโปรตีนที่เพิ่มขึ้น ข้าวที่มีปริมาณไขมันสูงโดยส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันซึ่งในข้าวส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงมีสมบัติช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลที่ไม่ดี (low-density lipoprotein cholesterol) อย่างไรก็ตามข้าวแต่ละชนิดมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่เพาะปลูกด้วย



ที่มา: ปันธิดา และคณะ, 2560

ภาพที่ 1 ข้าว 11 ตัวอย่างที่สำรวจในพื้นที่บ้านทิพูเย ตำบลชะแล อำเภอดงพญาธร จังหวัดกาญจนบุรี



ที่มา: ปันธิดา และคณะ, 2560

ภาพที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวพื้นเมือง

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยเปรียบเทียบกับวิธี DPPH-radical scavenging activity assay ของสารสกัดจากตัวอย่างข้าวพื้นเมืองจากบ้านทิพเยื้อง 11 ตัวอย่าง พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้นปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งข้าวป๊อโวกมีฤทธิ์ในการยับยั้งสูงที่สุด โดยมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ที่ 85.4171 รองลงมาคือข้าวป๊อพอ้งอ้ว ป๊อม้ง ป๊อพื่อทอ้ง ข้าวคูมัว ไอ่ค็อกเพ่ และป๊อเห่นอเมอซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 80.1575 ถึง 82.9554 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox พบว่ามีค่าฤทธิ์การยับยั้งใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 0.0100mg/ml และมีค่าสูงกว่าสารสกัดจากข้าวกล้องของข้าวหอมมะลิจากทุ่งกุลาร้องไห้ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 37.5 ถึง 68.0 [9] จากนั้นนำค่าร้อยละการยับยั้งไปสร้างกราฟความชัน เพื่อหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของ DPPH เหลืออยู่ร้อยละ 50 (EC₅₀) สารที่มีค่า EC₅₀ น้อย แสดงว่าสารนั้นมีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระได้ดี ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ (EC₅₀mg/ml) ของสารสกัดจากข้าวพื้นเมืองทั้ง 11 ตัวอย่าง

ตัวอย่างข้าว	EC ₅₀ (mg/ml)
ป๊อเห่นอเมอ	0.0313
ป๊ออ่องเจอ	0.0333
ป๊อโวก	0.0404
ป๊อพอ้งอ้ว	0.0416
ข้าวคูมัว	0.0385
ป๊อเก็กาย	0.0382
ป๊อม้ง	0.0356
ไอ่ค็อกเพ่	0.0383
ป๊อพื่อทอ้ง	0.0354
ข้าวเหลื่อง	0.0410
อิเว่อหว่อง	0.0633

ที่มา: ปันธิดา และคณะ, 2560

สรุป

งานวิจัยนี้พบว่าข้าวพื้นเมืองที่ปลูกในหมู่บ้านทิพูเย มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างสูง โดยเฉพาะ ปีกัก่าย ป้อมัง ปือพื่อทองและข้าวเหลือง มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระพบว่า ข้าวปือเหนือเมื่อมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ 0.0313 mg/ml สายใจ และธีระ (2561) ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารอาหาร คือ ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า กรดแกมมาอะมิโนบิวทีริก อะไมโลส พลังงาน และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ประกอบด้วย การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ของข้าวพื้นเมือง 10 พันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา เพื่อเป็นข้อมูลโภชนาการของข้าวในการส่งเสริมการผลิตข้าวเพื่อสุขภาพ และให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของข้าวพื้นเมืองอนุรักษ์ข้าวพื้นเมืองให้คงอยู่ในพื้นที่ต่อไป ตลอดจนยังเป็นข้อมูลที่สำคัญในปรับปรุงพันธุ์ข้าวและพัฒนาข้าวพื้นเมืองในพื้นที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication; GI) ต่อไปในอนาคต

ผลการศึกษาสารอาหารหลักในข้าวพื้นเมือง

การวิเคราะห์สารอาหารในข้าวพื้นเมืองจำนวน 10 พันธุ์ พบว่าข้าวทั้ง 10 พันธุ์มีสารอาหารที่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1 ข้าวที่ศึกษา มีความชื้นอยู่ระหว่าง 10.27 - 11.82 % ซึ่งอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม โดยความชื้นในข้าวจะส่งผลต่อคุณภาพข้าว ความอร่อย การขัดสีและอายุการเก็บรักษาเมล็ดข้าว (Ebuehi & Oyewole, 2007; Xheng aud Lan, 2007) ปริมาณเถ้าอยู่ระหว่าง 0.89 - 1.51% โดยข้าวที่มีปริมาณเถ้าสูงสุดคือ ข้าวเหนียวดาชุมพวง (1.51%) โดยปริมาณเถ้ามีส่วนสำคัญในการบ่งบอกปริมาณแร่ธาตุในอาหาร (Bhat & Sridhar, 2008) ซึ่งข้าวที่มีปริมาณเถ้าสูงคาดว่าจะมีแร่ธาตุอาหารสูงด้วย ปริมาณโปรตีนจากการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 6.60 - 9.12 g/100 g ซึ่ง มีค่าที่สอดคล้องกับรายงานปริมาณโปรตีนในข้าวจากประเทศไทย จีน และศรีลังกา ซึ่งอยู่ในช่วง 7.16 - 10.85 g/100g (Sompong et al., 2011) ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ ข้าวเหนียวดา 1 (9.12 g/100 g) รองลงมาคือข้าวเหลืองพระทองคำและข้าวเหนียวดาชุมพวง โดยข้าวเหนียวดา 1 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวกล้อง กข-6 (6.98 %) ซึ่งเป็นข้าวเหนียวที่นิยม บริโภคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (Moongngarm & Saetung, 2010) ปริมาณโปรตีนในข้าวส่งผลต่อ คุณภาพสารอาหารในข้าว โดยข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้ปริมาณไขมันในข้าวพบ ต่ำสุดและสูงสุดคือ ข้าวเหลืองพระทองคำ (2.26 g/100 g) และข้าวเหนียวดำ 1 (3.23 g/100g) ตามลำดับ มีรายงาน การศึกษาปริมาณไขมันของข้าวกล้องที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีม่วงและดำ พบปริมาณไขมันในช่วง 3.33 - 3.73% (Reddy et al., 2017) ข้าวเป็นแหล่งที่ดีของกรดไขมันโอเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดไขมันที่สำคัญ

อื่น ๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย (Verma & Srivastav, 2017) ข้าวทุกพันธุ์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สูง (>70%) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดพบในข้าวหอม มะลิตั้งเดิม (78.21g/100 g) รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิแดง 2 และข้าวเหนียวดำ 2 ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ (Sompong et al., 2011; Thomas et al., 2013; Verma & Srivastav, 2017) ข้าวจัดว่าเป็นแหล่งที่ดีของคาร์โบไฮเดรต สำหรับสุขภาพและการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ข้าวเหนียวดำ 1 ให้พลังงานมากที่สุด พลังงานในข้าว พันธุ์เมืองอยู่ในช่วง 356.11- 370.25 kcal/100 g จากรายงานก่อนหน้านี้ข้าวแดงและดำในประเทศไทย จีน และศรีลังกา ให้ พลังงานในช่วง 350.72-370.53 kcal/100 g (Sompong et al., 2011) และข้าวอินเดียนให้พลังงานในช่วง 350.12-365.23 kcal/100 g (Verma & Srivastav, 2017)

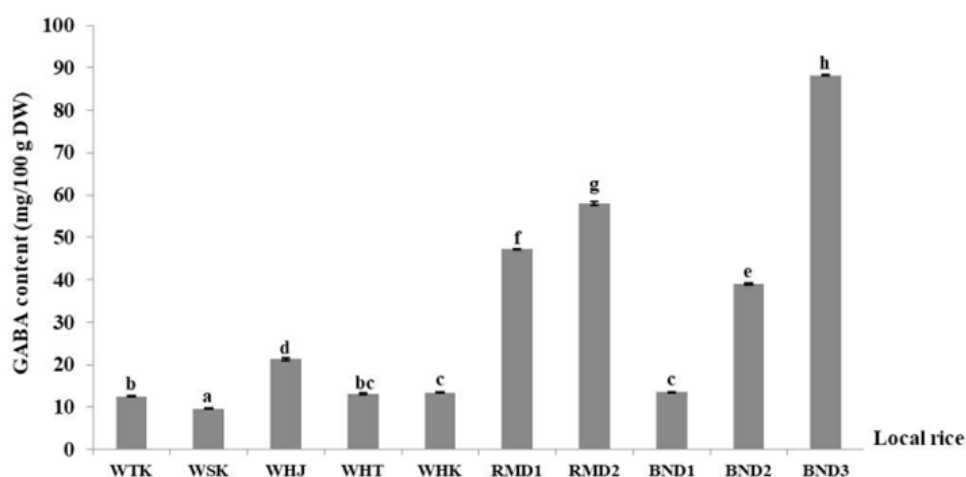
ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นและพลังงานของข้าวพื้นเมือง 10 พันธุ์

ชื่อพันธุ์ข้าว(อักษรย่อ)	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (g/100 g)	Total Fat (g/100 g)	Total carbohydrate (g/100 g)	Energy (kcal/100 g)
White pericarp color						
เหลืองทองคำ(WTK)	11.82 $\pm$ 0.08g	1.03 $\pm$ 0.01b	8.80 $\pm$ 0.04i	2.26 $\pm$ 0.02a	76.09 $\pm$ 0.11b	359.90 $\pm$ 0.49b
สะกอ(WSK)	11.02 $\pm$ 0.07d	1.29 $\pm$ 0.01e	8.51 $\pm$ 0.06g	2.57 $\pm$ 0.06b	76.63 $\pm$ 0.19c	363.61 $\pm$ 0.03d
หอมจันทร์(WHJ)	11.12 $\pm$ 0.09de	1.29 $\pm$ 0.01e	8.09 $\pm$ 0.04e	2.61 $\pm$ 0.04b	76.91 $\pm$ 0.02d	363.45 $\pm$ 0.56d
เหลืองทอง(WHT)	11.13 $\pm$ 0.03de	1.23 $\pm$ 0.01d	7.21 $\pm$ 0.05c	3.11 $\pm$ 0.01f	77.34 $\pm$ 0.06f	366.11 $\pm$ 0.09e
หอมมะลิดั้งเดิม (WHK)	11.16 $\pm$ 0.01e	1.29 $\pm$ 0.01e	6.60 $\pm$ 0.03a	2.76 $\pm$ 0.02c	78.21 $\pm$ 0.04h	364.01 $\pm$ 0.08d
Mean $\pm$ cSD	11.25 $\pm$ 0.32	1.23 $\pm$ 0.11	7.84 $\pm$ 0.92	2.66 $\pm$ 0.31	77.04 $\pm$ 0.80	363.42 $\pm$ 2.24
Red pericarp color						
หอมมะลิแดง 1(RMD1)	10.79 $\pm$ 0.06c	1.12 $\pm$ 0.01c	7.97 $\pm$ 0.02d	3.03 $\pm$ 0.04e	77.11 $\pm$ 0.07e	367.53 $\pm$ 0.03f
หอมมะลิแดง 2(RMD2)	10.27 $\pm$ 0.02a	0.89 $\pm$ 0.01a	8.20 $\pm$ 0.02f	2.91 $\pm$ 0.03d	77.74 $\pm$ 0.05g	367.53 $\pm$ 0.03f
Mean $\pm$ SD	10.53 $\pm$ 0.37	1.01 $\pm$ 0.16	8.09 $\pm$ 0.16	2.97 $\pm$ 0.08	77.43 $\pm$ 0.45	368.72 $\pm$ 1.68
Black pericarp color						
เหนียวดำ1(BND1)	10.44 $\pm$ 0.15b	1.04 $\pm$ 0.01b	9.12 $\pm$ 0.01j	3.23 $\pm$ 0.08g	76.19 $\pm$ 0.09b	370.25 $\pm$ 0.98g
เหนียวดำ2(BND2)	11.48 $\pm$ 0.02f	1.28 $\pm$ 0.00e	7.09 $\pm$ 0.05b	2.54 $\pm$ 0.01b	77.62 $\pm$ 0.02g	361.63 $\pm$ 0.06c
เหนียวดำชุมพวง (BND3)	11.48 $\pm$ 0.02f	1.51 $\pm$ 0.00f	8.64 $\pm$ 0.03h	2.27 $\pm$ 0.06a	75.28 $\pm$ 0.11a	356.11 $\pm$ 0.02a
Mean $\pm$ SD	11.41 $\pm$ 0.93	1.28 $\pm$ 0.24	8.28 $\pm$ 1.06	2.68 $\pm$ 0.50	76.36 $\pm$ 1.18	356.11 $\pm$ 0.02a

ที่มา: สายใจ ละคณะ, 2561

ผลการศึกษาปริมาณสารกาบาในข้าวพื้นเมือง

ข้าวพื้นเมืองทั้ง 10 พันธุ์ เมื่อผ่านกระบวนการทำให้งอก พบว่ามีปริมาณสารกาบาอยู่ในช่วง 9.62-88.25 mg/100 g โดยแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 1 พบว่าข้าวกล้องงอกมีปริมาณสารกาบาแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารกาบา คือ สายพันธุ์ข้าว ระยะเวลาการเพาะให้งอก และอุณหภูมิ (Komatsuzaki et al., 2007; Wichamanee & Teerarat, 2012; Caceres et al., 2017) และพบปริมาณสารกาบาสูงที่สุดในข้าวเหนียวชุมพวง คือ 88.25 mg/100 g รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิแดง 2 (58.05 mg/100 g) และหอมมะลิแดง 1 (47.24 mg/100 g) จากรายงานการศึกษาสารกาบาก่อนหน้าในข้าวกล้องของข้าวไร่พื้นเมือง 35 พันธุ์ พบมีค่าอยู่ในช่วง 77.85 -108.80 mg/100 g dry weight และมีปริมาณสูงสุดในข้าวหลวงพระบาง 10 (108.80 mg/100 g dry weight) ที่ระยะเวลาการเพาะให้งอก 24 ชั่วโมง (Auntin et al., 2011) ในข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 และชัยนาท 1 พบปริมาณสารกาบาสูงสุด คือ 73.05 และ 92.42 mg/100 g dry basis ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 26 °C ระยะเวลาการเพาะ 72 ชั่วโมง (Kaosa-ard & Songsermpong, 2012) ข้าวกล้องมะลิแดงที่ทำการเพาะให้งอกที่อุณหภูมิ 35°C นาน 24 ชั่วโมง มีปริมาณสารกาบา 41.02 mg/100g (Wichamanee & Teerarat, 2012) การเพิ่มขึ้นของปริมาณ สารกาบาคาดว่าเกิดจากกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ glutamate decarboxylase (GAD) ในการเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนกรดอะมิโนกลูตาเมตไปเป็นสารกาบา (Lui et al., 2005; Komatsuzaki et al., 2007) โดยกาบาเป็นอนุพันธ์ของกรดอะมิโน มีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท และสารสื่อประสาท ประเภทยับยั้ง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง เพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ป้องกันโรคอัลไซเมอร์ เป็นต้น (Patil & Khan, 2011)



ที่มา: สายใจ และคณะ, 2561

ภาพที่ 3 ปริมาณสารกาบาในข้าวพื้นเมือง ^{a-h} ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึงผลการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาปริมาณอะไมโลสในข้าวพื้นเมือง

ปริมาณอะไมโลสในข้าวพื้นเมืองมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2 ข้าวที่จัดอยู่ในกลุ่มอะไมโลสปานกลาง (20-25%) คือข้าวหอมมะลิแดง 1 ข้าวหอมมะลิแดง 2 ข้าวหอมมะลิตั้งเดิม ข้าวเหลืองพระทองคำ และข้าวเหนียวดำ 1 ซึ่งเมื่อหุงต้มแล้วจะมีลักษณะร่วน นุ่ม และมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม หลังจากเย็นลง ซึ่งเป็นข้าวที่นิยมบริโภค (Adu-Kwarteng et al., 2003) ส่วนข้าวที่มีอะไมโลสสูง คือ ข้าวเหลืองทอง ข้าวสะกอและข้าวหอมจันทร์ ซึ่งมีปริมาณอะไมโลส 31.97%, 27.89% และ 26.39% ตามลำดับ เมื่อหุงต้มแล้วจะมีลักษณะร่วนและนุ่ม แต่เมื่อเย็นลงเนื้อข้าวจะแข็งอาจเนื่องมาจากการกลับคืนสภาพของโมเลกุลอะไมโลส (Adu-Kwarteng et al., 2003) ข้าวที่มีอะไมโลสต่ำและต่ำมาก คือ ข้าวเหนียวดำชุมพวง (10.89%) และข้าวเหนียวดำ 2 (8.40%) ตามลำดับ เมื่อหุงต้มแล้ว ข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ (10-20%) จะแฉะและเหนียว ปริมาณอะไมโลสส่งผลต่อคุณภาพของข้าวด้านความหนืด การหุงต้ม และการรับประทาน ซึ่งมีความสำคัญต่อการผลิตและบริโภคข้าว (Adu-Kwarteng et al., 2003) ปริมาณอะไมโลสจะทำให้ข้าวสุก มีความเหนียวลดลง หรือร่วนมากขึ้น ทำให้ข้าวนุ่มน้อยลง มีรายงานการศึกษาว่าข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะมีดัชนีน้ำตาล (Glycemic index, GI) ต่ำ (Frei et al., 2003) การทดลองในหนูพบว่า ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง (26.1%) ส่งผลให้ระดับ ไตรกลีเซอไรด์ กลูโคสในเลือด และน้ำหนักตับที่ต่ำ (Denardin et al., 2007) ข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองของอินเดีย (Lalat) ที่มีอะไมโลสสูง (27.9%) จะมีดัชนีน้ำตาลและค่าปริมาณน้ำตาลที่บริโภคต่ำ (Glycemic load, GL) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการ ป้องกันและรักษาโรคเบาหวาน (Prasad et al., 2018)

ตารางที่ 3 ปริมาณอะไมโลส และกาจัดกลุ่มข้าวตามปริมาณอะไมโลส

ชื่อพันธุ์ข้าว	Amylose content (%)	Amylose classification
White pericarp color		
เหลืองพระทองคำ	22.07±0.12d	Intermediate amylose
สะกอ	27.89±0.12g	High amylose
หอมจันทร์	26.39±0.16f	High amylose
เหลืองทอง	31.97±0.52h	High amylose
หอมมะลิดั้งเดิม	22.89±0.12e	Intermediate amylose
Red pericarp color		
หอมมะลิแดง 1	22.96±0.20 e	Intermediate amylose
หอมมะลิแดง 2	22.96±0.45e	Intermediate amylose
Black pericarp color		
เหนียวดา 1	21.56±0.21c	Intermediate amylose
เหนียวดา 2	8.40±0.23a	Very low amylose
เหนียวดาชุมพวง	10.89±0.06b	Low amylose

หมายเหตุ ^{a-h} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงผลการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ที่มา: สายใจ และคณะ, 2561

ผลการศึกษาปริมาณฟีนอลิกฟลาโวนอยด์และสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวพื้นเมือง

ปริมาณฟีนอลิกในข้าวพื้นเมืองอยู่ในช่วง 18.86-211.16 mg GAE/100 g DW โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 ปริมาณฟีนอลิกในข้าวแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) จากรายงานก่อนหน้า ปริมาณฟีนอลิกในข้าวแดงและข้าวดำจากประเทศไทย จีน และศรีลังกา มีค่าในช่วง 79.18-691.37 mg ferulic acid equivalent/100 g flour (Sompong et al., 2011) ข้าวพื้นเมืองที่มีสีข้าวกล้องไม่มีสี สีแดง และสีดำ มีปริมาณฟีนอลิกเฉลี่ย เท่ากับ 25.36, 98.60 และ 154.97 mg GAE/100 g DW ตามลำดับ ปริมาณฟีนอลิกในข้าวสีดำและสีแดงมีค่ามากกว่าข้าว ไม่มีสี 6 และ 4 เท่า ตามลำดับ Walter et al. (2013) ได้รายงานข้าวที่เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีแดงและสีดำจะมีปริมาณฟีนอลิก อิสระที่สูงกว่าข้าวไม่มีสี 7 และ 15 เท่า ตามลำดับ ข้าวเหนียวดำ 2 มีปริมาณฟีนอลิกสูงสุด (211.16 mg GAE/100 g DW) ข้าวที่มีปริมาณฟีนอลิกต่ำสุด คือ ข้าวหอมมะลิดั้งเดิม (18.86 mg GAE/100 g DW) ปริมาณฟีนอลิกของข้าวพื้นเมืองมี ความสัมพันธ์กับสีเปลือกหุ้มเมล็ด ข้าวที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีแดงและดำ จะมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าไม่มีสี (Tian et al., 2004; Shen et al., 2009; Zhang et al., 2015) โดยข้าวกล้องที่ไม่มีสีจะมีสารประกอบฟีนอลิก

นอกกลีค คือ กรดฟี นอลิกโดยเฉพาะ กรดเฟรูลิก (ferulic acid) และกรดคูมาริก (p-coumaric acids) เป็นส่วนใหญ่ (Tian et al., 2004; Zhou et al., 2004) ขณะที่ ข้าวกล้องที่มีสีแดงและสีดำ จะประกอบด้วย anthocyanins, cyanidin-3-O- β -D-glucoside, peonidin-3-O- β -D-glucoside (Zhang et al., 2006) จึงส่งผลให้ข้าวดำและแดงมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าข้าวไม่มีสี (Walter et al., 2013) ซึ่งความแตกต่าง ของปริมาณฟีนอลิกในข้าวแต่ละสายพันธุ์อาจมีสาเหตุมาจากสายพันธุ์ สถานที่เพาะปลูก สภาพเพาะปลูก ระยะเวลาการเก็บ รักษา และวิธีการสกัดสารฟีนอลิก (Shen et al., 2009; Butsat & Siriamornpun, 2010; Goufo & Trindade, 2013) ปริมาณฟลาโวนอยด์ใน ข้าวพื้นเมืองอยู่ในช่วง 18.61-123.32 mg CE/100 g DW ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้าวกล้อง ใน ประเทศจีน (75.90-112.03 mg of catechin equivalent/100g dry weight) (Gong et al., 2017) และปริมาณ ฟลาโวนอยด์อิสระของข้าวกล้องไม่มีสี และสีดำในประเทศจีน (30.3-138.2 mg catechin equivalent/100 grains) (Zhou et al., 2014) ปริมาณฟลาโวนอยด์ที่แตกต่างกัน อาจ เนื่องมาจากวิธีการสกัดและความหลากหลายของข้าว ปริมาณ ฟลาโวนอยด์ในข้าวแต่ละพันธุ์ปลูกมี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์ สูงสุด คือ ข้าวเหนียวดำ 2 (123.32 mg CE/100 g DW) รองลงมาคือ ข้าวเหนียวดำชุมพวง และข้าวหอมมะลิ แดง 2 ข้าวที่มี ปริมาณฟลาโวนอยด์ต่ำสุดคือ ข้าวเหลืองพระทองคำ โดยข้าวที่มีสีจะมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวที่ไม่มีสีซึ่งสอดคล้อง กับการศึกษาข้าวจากประเทศจีน ซึ่งปริมาณฟลาโวนอยด์เฉลี่ย ในข้าวดำ (240mg rutin equivalent (RE)/100 g of dry weight) และข้าวแดง (147.2 mg RE/100g) สูงกว่าข้าวไม่มีสี (131.6 mg RE/100g) (Shen et al., 2009) คาดว่าสีดำและ สีแดงใน เปลือกหุ้มเมล็ดของข้าวส่งผลต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ข้าวที่มีสีดำจะมีส่วนประกอบหลักเป็นแอนโทไซยานิน (anthocyanins) ส่วนสีแดงจะมีโพรแอนโทไซยานิน (proanthocyanidins) (Goufo & Trindade, 2013) การศึกษาประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของข้าวพื้นเมือง มีค่าในช่วง 6.19 - 115.04 mg VCE/100 g DW และมีค่า IC₅₀ ในช่วง 0.38-3.45 mg/mL ซึ่งถ้าค่า IC₅₀ ต่ำ แสดงว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยในข้าวแต่ละพันธุ์ปลูกมี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ($p \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ ข้าวเหนียวดำ 2 (115.04 mg VCE/100 g DW) โดยข้าวที่มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูง คือ ข้าวกล้องสีดำและสีแดง ซึ่งสอดคล้อง กับรายงาน ก่อนหน้า พบว่าสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของข้าวที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดไม่มีสีต่ำกว่าข้าวที่มี สีแดงและสีดำถึง 8 และ 14 เท่า ตามลำดับ (Walter et al., 2013) คาดว่าสีของเปลือกหุ้มเมล็ด ส่งผลต่อสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และในข้าวที่มีสีเดียวกันก็มีความแตกต่างกันของสมบัติการต้าน อนุมูลอิสระ แต่อย่างไรก็ตามข้าวพื้นเมืองมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าวิตามินซีซึ่ง สอดคล้องกับ งานวิจัยข้าวของไทยก่อนหน้า (Butsat & Siriamornpun, 2010) สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มี ความสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์แสดงว่าปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์เป็น

ส่วนประกอบสำคัญที่ส่งผล ต่อสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในข้าวพื้นเมือง ซึ่งก็สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า (Goffman & Bergman, 2004; Shen et al., 2009; Walter et al., 2013) อย่างไรก็ตาม กระบวนการหุงต้มข้าวที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน อาจส่งผลให้ปริมาณสาร ต้านอนุมูลอิสระลดลงได้ (Walter et al., 2013)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในข้าวพื้นเมือง

ชื่อพันธุ์ข้าว	Phenolics (mg GAE/100 g DW)	Flavonoids (mg CE/100 g DW)	DPPH-radical scavenging activity	
			IC ₅₀ (mg/mL)	mg VCE/100 g DW
White pericarp color				
เหลืองพระทองคำ	31.40±0.53e	18.61±0.84a	3.42±0.01e	11.56±0.15b
สะกอ	29.39±0.34d	19.60±0.45ab	3.34±0.03e	12.02±0.32b
หอมจันทร์	22.41±0.25b	20.87±0.33bc	3.21±0.03e	12.33±0.21b
เหลืองทอง	24.73±0.14c	21.16±0.79c	0.54±0.01c	60.07±0.97c
หอมมะลิดั้งเดิม	18.86±0.09a	49.07±0.82d	3.45±0.04e	6.19±0.05a
White pericarp color				
หอมมะลิแดง 1	88.75±0.27f	62.76±0.90e	0.38±0.00b	98.09±0.13e
หอมมะลิแดง 2	108.45±0.58g	76.68±0.96g	0.40±0.01b	101.84±0.90f
White pericarp color				
เหนียวดา 1	116.32±0.48h	67.75±0.64f	0.85±0.02d	61.05±1.08c
เหนียวดา 2	211.16±0.32j	123.32±1.06i	0.38±0.00b	115.04±2.84g
เหนียวดาชุมพวง	137.43±0.50i	86.34±0.86h	0.53±0.01c	85.61±1.16d
Vitamin C	-	-	0.04±0.00a	-

หมายเหตุ ^{a-j} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงผลการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ที่มา: สายใจ และคณะ, 2561

สรุป

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติด้านอนุมูลอิสระ และพลังงาน ของข้าวพื้นเมืองในพื้นที่จังหวัด นครราชสีมา จำนวน 10 พันธุ์ประกอบด้วย พันธุ์เหลืองพระทองคำ สะกอ หอมจันทร์ เหลืองทอง หอมมะลิดั้งเดิม หอมมะลิ แดง 1 หอมมะลิแดง 2 เหนียวดำ 1 เหนียวดำ 2 และเหนียวดำชุมพวง พบว่าข้าวมีความชื้นอยู่ระหว่าง 10.27-11.82 % ปริมาณเถ้าอยู่ระหว่าง 0.89-1.51% ปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 6.60-9.12 g/100 g ปริมาณไขมันอยู่ระหว่าง 2.27-3.23 g/100g และพลังงานอยู่ระหว่าง 356.11-370.25 kcal/100 g ข้าวเหนียวดำ 1 มีโปรตีน (9.12 g/100 g) ไขมันทั้งหมด (3.23 g/100 g) และให้พลังงาน (370.25 kcal/100 g) สูงที่สุด ข้าวที่มีคาร์โบไฮเดรต และเถ้าสูงสุดคือข้าวหอมมะลิดั้งเดิม (78.21 g/100 g) และข้าวเหนียวดำชุมพวง (1.51%) ตามลำดับ การวิเคราะห์สารกาบาอยู่ระหว่าง 9.62-88.25 mg/100 g DW และข้าว ที่มีกาบาสูงที่สุดคือ ข้าวเหนียวดำชุมพวง ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงสุด คือ ข้าวหอมทอง (31.97%) การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์อยู่ในช่วง 18.86-211.16 mg GAE/100 g DW และ 19.60-123.32 mg CE/100 g DW ตามลำดับข้าวเหนียวดำ 2 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงที่สุด โดยข้าวที่มี ความโดดเด่น คือ ข้าวเหนียวดำชุมพวง เนื่องจากมีกาบาและเถ้าสูงสุด และยังมีโปรตีน สารต้านอนุมูลอิสระสูง เหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังมีข้าวเหนียวดำ 2 และข้าวหอมมะลิแดง 2 ที่เหมาะในการพัฒนาเป็นข้าวกล้องงอกเพื่อสุขภาพ หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ไวน์ข้าว และข้าวหมาก เนื่องจากมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง

Deepak และ Prem (2017) ได้ทำการวิเคราะห์สารประกอบอะโรมาติก 6 ชนิดและสารประกอบ 2 ชนิดที่ไม่มีกลิ่นหอมที่ปลูกในอินเดีย สำหรับคุณลักษณะคุณภาพทางโภชนาการของข้าว รวมทั้งองค์ประกอบใกล้เคียง ปริมาณแร่ธาตุ และกรดไขมัน ข้อมูลที่มีการจำลองแบบสามแบบถูกนำมาใช้เพื่อวัดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะคุณภาพทางโภชนาการต่างๆ

ปริมาณแร่ธาตุและความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุ

การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุสำหรับพันธุ์ข้าวหอมและสารประกอบอะโรมาติก (ตารางที่ 3) K เป็นองค์ประกอบแร่ธาตุที่มีโมฆาบลันต์ในข้าวหอมและข้าวไม่หอมทั้งหมดที่มีช่วง 265.00–500.00 มก./กก. Zn, Na, Mg, Fe, Cu และ Ca ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้าวทั้งแปดรายการ อยู่ในช่วง 9.30–17.00 น. มก./กก. 41.44–68.85 มก./กก. 83.50–182.45 มก./กก. 0.80–31.50 มก./กก. 4.10–15.95 มก./กก. และ 62.95–98.75 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

สหสัมพันธ์ในตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุในการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุสำหรับพันธุ์ข้าวหอมและสารประกอบอะโรมาติก ผลการศึกษาพบว่า Ca มีความสัมพันธ์เชิงบวกที่กับ Zn ($r = 0.864^{**}$, $P = 0.006$) และ Fe ($r = 0.928^{**}$, $P = 0.001$) ที่ระดับ 0.01 (ตารางที่ 4) นอกจากนี้ ยังสังเกตแนวโน้มที่คล้ายกันระหว่าง Zn และ Fe ($r = 0.795^{*}$, $P = 0.018$) ที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์เชิงลบสูง ($r = -0.720^{*}$, $P = 0.044$) ที่ระดับ 0.05 แสดงโดย Cu และ Ca ในขณะที่ Cu แสดงความสัมพันธ์เชิงลบปานกลางกับ Fe (-0.574)

ตารางที่ 5 ความแปรปรวนของปริมาณแร่ธาตุในข้าวหอมมะลิและข้าวไม่หอม

Table 3. Variation in mineral content in aromatic and non-aromatic rice accessions. mg/kg

Accession	Ca	Na	Zn	Fe	Cu	K	Mg
Aromatic rice							
Gopal Bhog	98.75	57.40	17.00	31.50	4.10	482.65	171.30
Govind Bhog	75.80	51.00	10.25	10.50	4.50	268.45	83.50
Badshah Bhog	85.60	68.85	13.25	16.45	5.55	265.85	155.25
Kalanamak	76.30	41.44	11.50	3.20	6.41	341.35	139.55
Swetganga	75.95	56.05	10.75	2.40	6.32	500.00	182.45
Khushboo	72.75	61.80	9.30	4.40	6.20	500.00	145.15
Non-aromatic rice							
Sarbati	62.95	51.80	9.80	0.80	15.95	500.00	101.75
Todal	73.25	43.80	13.25	0.90	10.46	265.00	131.15

Each value represents the average from three replications.

Table 4. Pearson correlation coefficients among mineral elements in aromatic and non-aromatic rice accessions.

Element	Na	Zn	Fe	Cu	K	Mg
Ca	0.372 (0.365)	0.864 (0.006)**	0.928 (0.001)**	-0.720 (0.044)*	-0.063 (0.882)	0.567 (0.143)
Na		0.097 (0.819)	0.455 (0.258)	-0.317 (0.444)	0.214 (0.611)	0.384 (0.348)
Zn			0.795 (0.018)*	-0.337 (0.414)	-0.140 (0.740)	0.473 (0.236)
Fe				-0.574 (0.137)	0.016 (0.970)	0.328 (0.428)
Cu					0.198 (0.638)	-0.406 (0.318)
K						0.373 (0.362)

* and **, Correlation is significant at the 0.05 and 0.01 levels (2-tailed), respectively; Data in parentheses mean the P values.

ที่มา: Deepak *et al.* 2017

สรุป

ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกในหมู่บ้านทิพูเย พบว่า มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างสูงโดยเฉพาะ บิอกี่กาย บิอมัง บิอ็อทอ่งและข้าวเหลือง มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระพบว่า ข้าวบิอ็อทอ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ 0.0313 mg/ml การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ และพลังงาน ของข้าวพื้นเมืองในพื้นที่จังหวัด นครราชสีมา จำนวน 10 พันธุ์ พบว่าข้าวทั้ง 10 พันธุ์มีสารอาหารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ข้าวมีความชื้นอยู่ระหว่าง 10.27-11.82 % ปริมาณเถ้าอยู่ระหว่าง 0.89-1.51% ปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 6.60-9.12 g/100 g ปริมาณไขมันอยู่ระหว่าง 2.27-3.23 g/100g และพลังงานอยู่ระหว่าง 356.11-370.25 kcal/100 g ข้าวเหนียวดำ 1 มีโปรตีน (9.12 g/100 g) ไขมันทั้งหมด (3.23 g/100 g) และให้พลังงาน (370.25

kcal/100 g) สูงที่สุด ข้าวที่มีคาร์โบไฮเดรตและเถ้าสูงสุดคือข้าวหอมมะลิตั้งเดิม (78.21 g/100 g) และข้าวเหนียวดำชุมพวง (1.51%) ตามลำดับ การวิเคราะห์สารกาบาอยู่ระหว่าง 9.62-88.25 mg/100 g DW และข้าว ที่มีกาบาสูงที่สุดคือ ข้าวเหนียวดำชุมพวง ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงสุดคือ ข้าวหอมทอง (31.97%) การวิเคราะห์ สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์อยู่ในช่วง 18.86-211.16 mg GAE/100 g DW และ19.60-123.32 mg CE/100 g DW ตามลำดับข้าวเหนียวดำ 2 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงที่สุด อย่างไรก็ตามข้าวแต่ละชนิดมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่เพาะปลูกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ทรายแก้ว มีสิน. 2547. โครงสร้าง ความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 113 หน้า.
- ปิ่นธิดา ณ ไธสง, สุวิมล กะตากุล และจินดารัตน์ โตกมลธรรม. 2560. การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวพื้นเมืองในหมู่บ้านทิพเย อำเภोधงพาวภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 5:805-812.
- วิชุดา ต๊ะใจ และ ดาเนิน กาละดี. 2549. การใช้ลักษณะเมล็ดเพื่อแยกพันธุ์กรรมบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ก่อนปลูกที่บ้านอาโยะใหม่ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37. หน้า 183-186.
- สายใจ ปอสูงเนิน และธีระ ธรรมวงศา. 2561. องค์ประกอบทางเคมีบางประการ และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของข้าวพื้นเมือง ในจังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2:871-984
- อุดมสุข ภูมิรศ. 2556. ความหลากหลายของพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจังหวัดอุทัยธานี. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว.
- อรรวรรณ สมใจ,จรัสศรี นวลศรีและ ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2553. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าว พื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำนาทวีจังหวัดสงขลาโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดและเครื่องหมาย ไมโครแซทเทลไลท์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41: หน้า 89-97.
- Adu-Kwarteng,E., Ellis, W.O., Oduro, I., & Manful, J.T. (2003). Rice grain quality: A comparison of local varieties with new varieties under study in Ghana. Food Control, 14, 507-514.
- Auntin, P., Suriyong, S., & Karladee, D. (2011). Gamma-amino butyric acid (GABA) in germinated brown rice of upland rice cultivated in the Royal Project. *Agricultural Science Journal*, 42(3), 412-415. (in Thai)
- Bhattacharjee, P., Singhal, R.S., & Kulkarni, P.R. (2002). Basmati rice: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 37(1), 1-12.
- Butsat, S. & Siriamornpun, S. (2010). Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice. *Food Chemistry*, 119(2), 606-613.
- Deepak Kumar VERMA Prem Prakash SRIVASTAV. 2017. Proximate Composition, Mineral Content and Fatty Acids Analyses of Aromatic and Non-Aromatic Indian Rice. *Rice Science*, 24(1): 21-31

- Ebuehi, O.A.T. & Oyewole, A.C. (2007). Effect of cooking and soaking on physical characteristics, nutrient composition and sensory evaluation of indigenous rice and foreign rice varieties in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6(8), 1016-1020.
- Eggum B O. 1969. Evaluation of protein quality and the development of screening techniques. In: *New Approaches to Breeding for Improved Plant Protein*. Vienna, IAEA: 125–135
- Frei, M., Siddhuraju, P. & Becker, K. (2003). Studies on the in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Pilippines. *Food Chemistry*, 83(3), 395-402.
- Gong, E.S., Luo, S.J., Li, T., Liu, C.M., Zang, G.W., Chen, J., Zeng, Z.C., & Liu, R.H. (2017). Phytochemical profiles and antioxidant activity of brown rice varieties. *Food Chemistry*, 227, 432-443.
- Goffman, F.D. & Bergman, C.J. (2004). Rice kernel phenolic content and its relationship with antiradical efficiency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(10), 1235-1240.
- Goufo, P. & Trindade, H. (2013). Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, γ -oryzanol, and phytic acid. *Food science and nutrition*, 2(2), 75-104.
- Kaosa-ard, T. & Songsermpong, S. (2012). Influence of germination time on the GABA content and physical properties of germinated brown rice. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 5(4), 270-283.
- Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N. & Kimura, T. (2007). Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 556-560.
- Lui, L.L., Zhai, H.Q., & Wan, J.M. (2005). Accumulation of γ -aminobutyric acid in giant-embryo rice grain in relation to glutamate decarboxylase activity and its gene expression during water soaking. *Cereal Chemistry*, 82(2), 191-196.
- Patil, S.B. & Khan, Md.K. (2011). Germinated brown rice as a value added rice product: A review. *Journal of Food Science and technology*, 48(6), 661-667.

- Prasad, V.S.S., Hymavathi, A., Ravindra Babu, V., & longvah, T. (2018). Nutritional composition in relation to glycemic potential of popular Indian rice varieties. *Food Chemistry*, 238(1), 29-34.
- Reddy, C.K., Kimi, L. Haripriya, S., & Kang, N. (2017). Effect of polishing on proximate composition, physicochemical characteristics, Mineral composition and Antioxidant properties of pigmented rice. *Rice Science*, 24(5), 241-252.
- Sompong, S., Siebenhandl-Ehn, S., Linsberger-Martina, E., & Berghofer, E. (2011). Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. *Food Chemistry*, 124(1), 132-140.
- Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., & Bao, J. (2009). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *Journal of Cereal Science*, 49(1), 106-111.
- Tian, S., Nakamura, K. & Kayahara, H. (2004). Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(15), 4808-4813.
- Verma, D.K. & Srivastav, P.P. (2017). Proximate composition, mineral content and fatty acids analyses of aromatic and non-aromatic Indian rice. *Rice Science*, 24(1), 21-31.
- Walter, M., Marchesan, E., Massoni, P.F.S., da 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(2), 698-703.
- Wichamanee, Y. & Teerarat, I. (2012). Production of germinated Red Jasmine brown rice and its physicochemical properties. *International Food Research Journal*, 19(4), 1649-1654.
- Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., & Blanchard, C. (2004). The distribution of phenolic acids in rice. *Food Chemistry*, 87(3), 401-406.