

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก

Antioxidant activity of crude extract from brown rice and germinated brown rice

มะลิวรรณ คำจตุรัส¹ รัตนภรณ์ วิเศษสิงห์¹

พินิจ แจกอิน² ไสริยา แก้วลา²

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิญญู ธงไชย³ อาจารย์สุวรรณา ธงไชย⁴

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

² นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

³ อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

⁴ อาจารย์ประจำ โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม จังหวัดพิจิตร

บทคัดย่อ

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก (พันธุ์พิษณุโลก 2 และ พันธุ์พวงเงิน) โดยนำเมล็ดข้าวตัวอย่างมาสกัดด้วยตัวทำละลายโดยวิธีการสกัดแบบซอกซ์เลต และสกัดด้วยการแช่ด้วยตัวทำละลาย เฮกเซน, เอทิล อะซิเตท, เอทานอล และ เมทานอล ตามลำดับ จากนั้นนำสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธีดีพีพีเอ ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า ข้าวกล้องงอก (พันธุ์พวงเงิน) สกัดแช่ด้วยตัวทำละลายเฮกเซน มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด สารสกัดจากข้าวกล้องงอก (พันธุ์พิษณุโลก 2) สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล โดยวิธีซอกซ์เลต มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด

คำสำคัญ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ข้าวกล้อง, ข้าวกล้องงอก

Abstract

This study was to investigate antioxidant activity of crude extract from brown rice and germinated brown rice (Phitsanulok 2 and Puang Ngern). The rice samples were extracted by soxhlet extraction and maceration methods with hexane, ethyl acetate, ethanol and methanol respectively. The crude extracts were determined for antioxidant activity by DPPH scavenging assay. The results for antioxidant activity, the hexane maceration of germinated brown (Puang Ngern) were inhibited strongest antioxidant activity. The methanolic soxhlet extraction of germinated brown (Phitsanulok 2) are inhibited lowest antioxidant activity.

Keywords

Antioxidant Activity, Brown Rice, Germinated Brown Rice

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นธัญพืชชนิดอาหารหลักของชาวไทย และชาวโลกมาเป็นเวลาช้านาน ข้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. จัดอยู่ในวงศ์ Poaceae ข้าวที่อยู่ในประเทศไทยเป็นพวก Indica ข้าวจัดเป็นสินค้าที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยมากกว่าสินค้าเกษตรอื่นๆ ถ้าแบ่งข้าวตามชนิดของแป้งจะแบ่งข้าวได้เป็น ข้าวเหนียว และข้าวเจ้า ข้าวมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายทั้งสารปฐุมภูมิ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ รวมถึงเส้นใย และสารทุติยภูมิ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก และยังพบสารอาหารไขมัน เช่น แกมมาออริซานอล โทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอล เป็นต้น ทั้งนี้ปริมาณสารอาหารดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว สายพันธุ์ข้าว การขัดสีข้าว จากรายงานการวิจัยต่างๆ พบว่าข้าวกล้องและข้าวที่มีสีชนิดต่างๆ อุดมไปด้วยสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารฟอสฟีนอล แอนโทไซยานิน กาบ้า วิตามินต่างๆ แร่ธาตุ และแกมมาออริซานอล เป็นต้น แต่คนไทยส่วนใหญ่นิยมรับประทานข้าวที่ขัดสีจนขาว ทำให้ข้าวจะสูญเสียส่วนที่ดีของข้าวและสารอาหารอาจถูกขัดออกไปสูงกว่า 75% ของข้าว ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคเหน็บชา โรคปากนกกระจอก โรคเบาหวาน และโรคมะเร็ง เป็นต้น ในปัจจุบันนี้จึงได้มีการคิดค้นการผลิตข้าว และแปรรูปข้าวในรูปแบบใหม่ๆ เช่น ข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอก เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เมล็ดข้าวประกอบด้วย เปลือกหุ้มเมล็ดหรือกลีบ ซึ่งจะหุ้มข้าวกล้อง ในเมล็ดข้าวกล้อง ประกอบด้วย จมูกข้าว หรือ คัพภะ (embryo หรือ germ) รำข้าว และเมล็ดข้าวขาวหรือเมล็ดข้าวสาร (endosperm) ส่วนคุณค่าทางโภชนาการ แร่ธาตุต่างๆ และวิตามินมีอยู่มากมายในทุกส่วนของเมล็ดข้าว ข้าวกล้อง เมื่อนำข้าวกล้องมาขัดเอาผิวออกจะได้รำหยาบและจมูกข้าว (5-8%) รำละเอียดและจมูกข้าว (2-3 %) และข้าวสาร (60-73 %) องค์ประกอบหลักของเมล็ดข้าว คือ คาร์โบไฮเดรต หรือ แป้งข้าว

สารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidants) เป็นสารที่มีคุณสมบัติช่วยในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งทำให้เนื้อเยื่อเสื่อมสภาพที่เกี่ยวข้องกับกลไกการสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานโรค ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ หรือ เอนไซม์ มีประโยชน์ช่วยป้องกันร่างกายจากอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งเชื่อว่าเป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็ง สารต้านอนุมูลอิสระก็คือสารที่ทำหน้าที่ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสารอนุมูลอิสระได้ ปฏิกิริยาการเกิดสารอนุมูลอิสระนั้นจะถูกกระตุ้นโดยความร้อนและแสงแดด โดยมีออกซิเจนเป็นตัวเข้าทำปฏิกิริยา เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ออกซิเดชัน ปฏิกิริยานี้เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะสร้างสารอนุมูลอิสระที่มีอิเล็กตรอนที่ไม่มีคู่ ทำให้ไม่คงสภาพ จึงต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่น ทำให้โมเลกุลอื่นกลายเป็นสารอนุมูลอิสระแทนต่อไปเรื่อยๆ เป็นปฏิกิริยาถูกโซ่ จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ยากที่จะหยุดได้เอง จึงต้องพึ่งพาสารต้านอนุมูลอิสระจากร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระมีกลไกหลายแบบในการยับยั้งปฏิกิริยาถูกโซ่นี้ เช่น อาจจับกับตัวอนุมูลอิสระที่เกิดจากปฏิกิริยาโดยตรง ก่อนที่จะมีโอกาสไปทำร้ายเซลล์ได้ เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดก็สามารถทำงานประสานกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำลายอนุมูลอิสระได้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย ในประเทศไทยและต่างประเทศพบว่าอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรังชนิดไม่ติดต่อหลายชนิดโดยเฉพาะโรคมะเร็ง ซึ่งเป็นสาเหตุแห่งการเสียชีวิตอันดับต้นๆ ของคนไทยและคนทั่วโลก จากการวิเคราะห์เอกสารต่างๆ ทำให้พบว่าในเมล็ดข้าวมีสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญอยู่คือ แกมมาออริซานอล โทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอล และสารประกอบฟีนอลิก เช่น กรดเฟอร์ูลิก เป็นต้น มีรายงานวิจัยมากมายบ่งชี้ว่า สารต้านอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงต่อโรคหลายโรคโดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหาร เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคสมอง (เช่น อัลไซเมอร์) เป็นต้น รวมทั้งช่วยชะลอกระบวนการบางขั้นตอนที่ทำให้เกิดความแก่ โดยปกติร่างกายสามารถกำจัดอนุมูลอิสระก่อนที่จะทำอันตราย แต่ถ้ามีการสร้างอนุมูลอิสระเร็วหรือมากเกินไปร่างกายจะกำจัดทัน อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะสร้างความเสียหายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

จะเห็นว่าสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายของคนเรานั้นเกิดขึ้นได้อย่างตลอดเวลา และเป็นประโยชน์ต่อร่างกายแต่เพื่อป้องกันปริมาณอนุมูลอิสระในร่างกายมากเกินไปจนทำให้เกิดโทษแก่ร่างกายของเรา ร่างกายของเราจึงมีระบบต้านฤทธิ์อนุมูลอิสระ เพื่อควบคุมปริมาณ อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น แต่ถ้ามีการกดดันหรือกระตุ้นการออกซิไดซ์ของสารเพิ่มขึ้น เช่น สารก่อมะเร็งต่างๆ อาจทำให้ระบบต้านอนุมูลอิสระของร่างกายคนเราเกิดการเสียสมดุล และอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งขึ้นมาได้ ดังนั้นร่างกายของเรายังต้องการสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มเพื่อต้านอนุมูลอิสระที่มีปริมาณมากเกินไป เราสามารถได้รับสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มได้จากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป โดยในอาหารที่เรารับประทานมีสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อรับประทานเข้าไปแล้วก็จะไปเพิ่มสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระให้แก่ร่างกายอีกทางหนึ่ง เพื่อให้ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระที่เพียงพอ เพื่อป้องกันการเกิดโรคมะเร็งได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการสกัดและประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกจากข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกบริโภคข้าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิควิธีการสกัดและร้อยละผลผลิตที่ได้ของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน
2. เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay

ขอบเขตการวิจัย

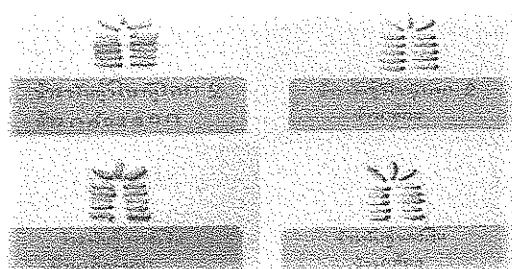
ตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ที่ตำบลพรหมพิราม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก

วิธีการสกัด การสกัดด้วยเทคนิคต่างๆ และคำนวณหาร้อยละผลผลิตที่ได้

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่าร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) กับสารละลายมาตรฐาน BHT (butylated hydroxytoluene) แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยของ % inhibition ในแต่ละความเข้มข้นแล้วนำไปสร้างกราฟเพื่อหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ซึ่งสารสกัดที่มีค่า IC_{50} น้อยที่สุด แสดงว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งได้ดีที่สุด

วิธีการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่าง ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน จากอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก แสดงลักษณะทางกายภาพดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน นำมาเตรียมตัวอย่างแบ่งออกเป็นจำนวน 32 ตัวอย่าง

การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ด้วยเครื่องมือสกัดแบบซอกซ์เลต (Soxhlet extractor)

เก็บตัวอย่างของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน โดยการตำเพื่อกะเทาะเอาเปลือกข้าวออก จนได้ข้าวกล้องของพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ส่วนข้าวกล้องงอก จะนำข้าวเปลือกของพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ไปแช่น้ำและตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นำขึ้นจากน้ำพักไว้อีก 24-36 ชั่วโมง เพื่อรอให้ข้าวเปลือกงอก หลังจากให้ข้าวเปลือกงอกนำไปนึ่งเป็นเวลา 15-30 นาที เพื่อให้เมล็ดข้าวเปลือกเริ่มแตก แล้วก็นำไปผึ่งลมให้แห้งเป็นเวลา 1-2 วัน หลังจากนั้นก็นำไปกะเทาะเปลือกเพื่อให้เปลือกข้าวหลุดออก จะได้เมล็ดข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน

นำตัวอย่างข้าวที่เก็บมาทั้งหมดมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด แล้วนำข้าวไปสกัดด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ด้วยเครื่องมือสกัดแบบซอกซ์เลต

ซึ่งข้าวตัวอย่างที่บดละเอียดใส่หลอดก้นกลมกระตาศ (thimble) จำนวน 4 หลอดๆ ละ 50 กรัม จากนั้นนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (เฮกเซน เมทานอล เอทานอล และเอทิลอะซิเตต) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องมือสกัดแบบซอกซ์เลต และแล้วนำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) เพื่อเอาตัวทำละลายอินทรีย์ออกให้หมด ด้วยอุณหภูมิและจำนวนรอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยใช้เครื่องมือสกัดด้วยเครื่องมือสกัดแบบซอกซ์เลต

ขั้นตอน	อุณหภูมิ (°C)	จำนวนรอบ	เวลา (นาที)
Step 1	220	15	120
Step 2	220	15	15
Step 3	220	15	20

จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปชั่งน้ำหนักและเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทและป้องกันแสง เก็บไว้ในตู้เย็น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาร้อยละของตัวอย่างที่สกัดได้ และเก็บตัวอย่างไว้ทดสอบฤทธิ์ต่อไป

การสกัดแบบแช่ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

ซึ่งข้าวตัวอย่างที่บดละเอียดแล้ว 200 กรัม ใส่ขวดแก้วสำหรับสกัดโดยการแช่ เติมตัวทำละลายอินทรีย์ (เฮกเซน เมทานอล เอทานอล และเอทิลอะซิเตต) จำนวน 400 มิลลิลิตร และเขย่าให้ตัวอย่างผสมกับตัวทำละลายอินทรีย์ แล้วแช่ทิ้งไว้ 7 วัน เมื่อครบกำหนดนำสารสกัดที่ได้มากรอง แล้วนำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ เพื่อกำจัดตัวทำละลายอินทรีย์ออกให้หมด จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปชั่งน้ำหนักและเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทและป้องกันแสงและเก็บไว้ในตู้เย็น แล้วคำนวณหาร้อยละของตัวอย่างที่สกัดได้ และเก็บตัวอย่างไว้ทดสอบฤทธิ์ต่อไป

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH scavenging assay

ซึ่งสารสกัดที่ได้จากข้าวตัวอย่างทั้งหมด ตัวอย่างละ 50 มิลลิกรัม เติมเอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วทำการเจือจางสารละลายลงมา 6 เท่าความเข้มข้น จะได้ความเข้มข้นดังนี้ 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 และ 1.5625 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม ตามลำดับ

เตรียมสารละลาย DPPH ที่ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์ จำนวน 100 มิลลิลิตร เตรียมโดยชั่งน้ำหนักสาร DPPH จำนวน 2.4 มิลลิกรัม ละลายและปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยเอทานอล แล้วเก็บเอาไว้ในขวดสีชา และควรเตรียมทันทีก่อนใช้ เก็บสารละลายที่เตรียมไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C

ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ใส่ในถาดหลุม 96 well-plate ในแต่ละความเข้มข้น เตรียมสารละลายของ DPPH ที่เตรียมไว้จำนวน 100 ไมโครลิตร ในทุกๆ หลุมในสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของตัวอย่างคือ 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (เตรียมสารละลายดังตารางที่ 2) และเขย่าให้สารผสมเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 492 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง micro-plate reader spectrophotometer นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปคำนวณหาร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) และนำผลที่ได้จากการทดลองเทียบค่า % inhibition กับสารละลายมาตรฐาน BHT (butylated hydroxytoluene)

ตารางที่ 2 การเตรียมสารละลายลงใน 96 well-plate

สารละลาย	สารละลาย DPPH (μ l)	95% เอทานอล (μ l)	ตัวอย่าง (μ l)
OD. control	100	100	-
OD. sample ความเข้มข้น 50 มก./มล.	100	-	100
OD. sample ความเข้มข้น 25 มก./มล.	100	-	100
OD. sample ความเข้มข้น 12.5 มก./มล.	100	-	100
OD. sample ความเข้มข้น 6.25 มก./มล.	100	-	100
OD. sample ความเข้มข้น 3.125 มก./มล.	100	-	100
OD. sample ความเข้มข้น 1.5625 มก./มล.	100	-	100

การคำนวณหาค่า % inhibition

$$\% \text{ inhibition} = \frac{[\text{OD. control} - \text{OD. sample}]}{\text{OD. control}} \times 100$$

เมื่อ OD. Control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ในเมทานอล

OD. Sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ผสมสารละลาย DPPH

คำนวณค่าเฉลี่ยของค่า % inhibition ในแต่ละความเข้มข้นแล้วนำไปสร้างกราฟเพื่อหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาได้ 50% (IC_{50})

สรุปผลการวิจัย

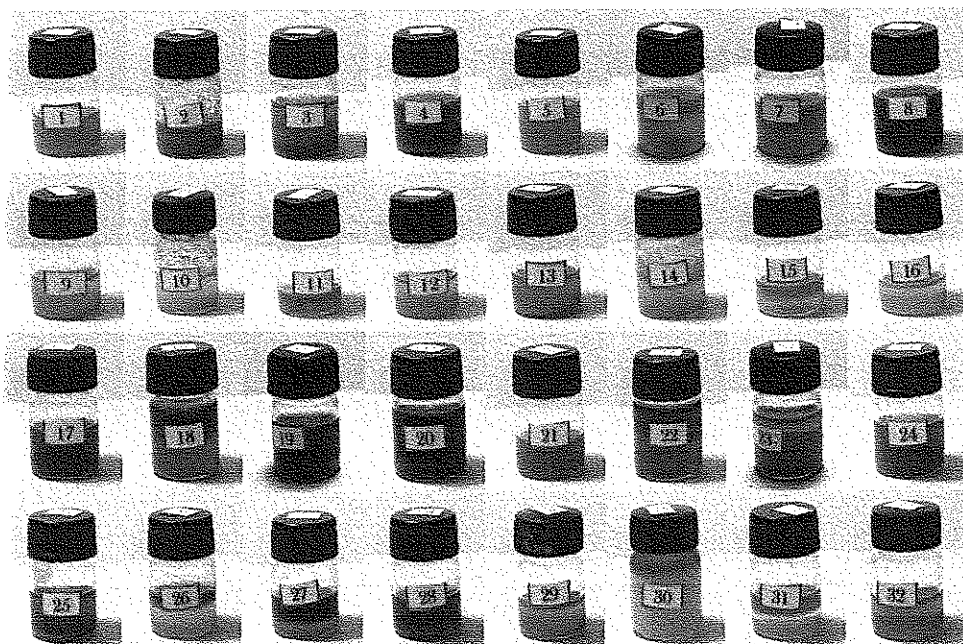
1. สารสกัดที่ได้จากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ด้วยวิธีการสกัดต่างๆ กัน มีผลดังตารางและรูปต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ของสารสกัดที่ได้จากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ด้วยวิธีการสกัดต่างๆ กัน

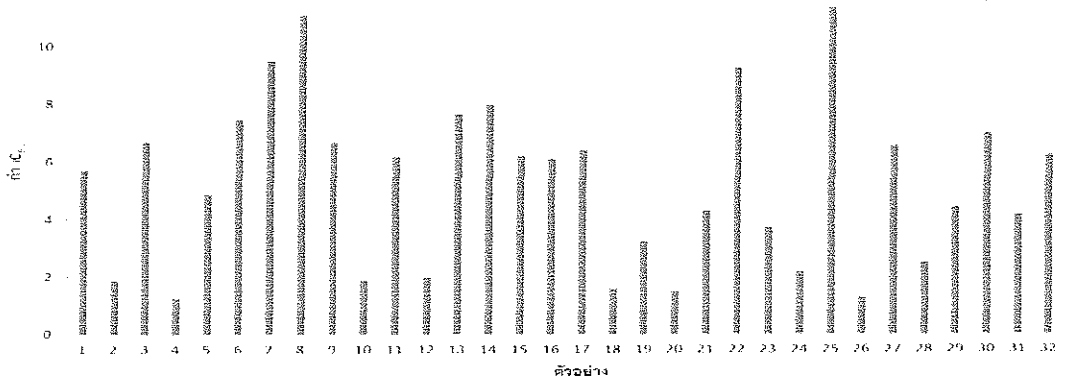
ตัวอย่าง	สายพันธุ์	ประเภท	วิธีการสกัด	ตัวทำละลาย	% Yield	ลักษณะสี
1	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก	สกัดแบบชอกห์เลต	เฮกเซน	1.67	ส้มอมเหลือง
2	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก		เมทานอล	2.57	น้ำตาลแก่อมเหลือง
3	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก		เอทานอล	2.34	น้ำตาลแก่อมส้ม
4	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก		เอทิลอะซิเทรต	1.71	น้ำตาลแก่
5	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เฮกเซน	1.73	น้ำตาลอ่อน
6	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เมทานอล	1.92	น้ำตาลแก่
7	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เอทานอล	1.56	น้ำตาลแก่
8	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เอทิลอะซิเทรต	1.79	น้ำตาลแก่
9	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก		เฮกเซน	1.10	น้ำตาลอมส้ม
10	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก	สกัดแบบแช่ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	เมทานอล	1.20	เหลือง
11	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก		เอทานอล	0.47	น้ำตาล
12	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้องงอก		เอทิลอะซิเทรต	0.95	น้ำตาลอมส้ม
13	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เฮกเซน	1.09	เหลืองอมเขียว
14	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เมทานอล	1.50	เหลืองอมน้ำตาล
15	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เอทานอล	0.82	เหลืองอมน้ำตาล
16	พวงเงิน	ข้าวกล้องงอก		เอทิลอะซิเทรต	0.77	เหลือง
17	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง		เฮกเซน	1.66	น้ำตาลแก่อมเขียว
18	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง		เมทานอล	2.39	น้ำตาลแก่
19	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง	สกัดแบบแช่ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	เอทานอล	1.95	เขียวแก่อมน้ำตาล
20	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง		เอทิลอะซิเทรต	1.78	เขียวแก่อมน้ำตาล
21	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เฮกเซน	1.57	น้ำตาล
22	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เมทานอล	2.37	น้ำตาลแก่
23	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เอทานอล	2.41	น้ำตาลอมเหลือง
24	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เอทิลอะซิเทรต	1.40	น้ำตาลอมส้ม
25	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง		เฮกเซน	1.22	น้ำตาลอมเขียว
26	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง		เมทานอล	1.41	เหลืองอ่อน
27	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง		เอทานอล	1.20	เหลืองน้ำตาล
28	พิษณุโลก 2	ข้าวกล้อง	สกัดแบบแช่ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	เอทิลอะซิเทรต	1.06	น้ำตาลแก่
29	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เฮกเซน	0.87	เหลืองอมน้ำตาล
30	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เมทานอล	2.77	เหลืองขุ่น
31	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เอทานอล	1.23	เหลืองอ่อน
32	พวงเงิน	ข้าวกล้อง		เอทิลอะซิเทรต	0.99	เหลืองอมน้ำตาล

ตารางที่ 4 ค่า IC_{50} ของสารสกัดข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน

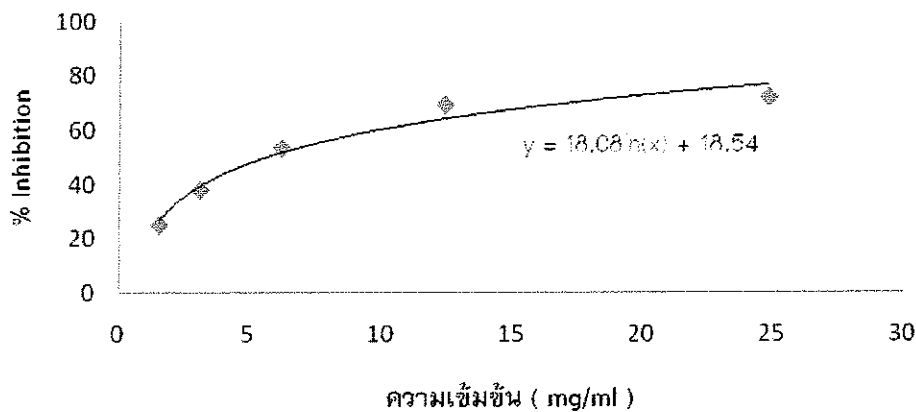
ตัวอย่างที่	IC_{50} (มิลลิกรัม/กรัม)	ตัวอย่างที่	IC_{50} (มิลลิกรัม/กรัม)
1	5.69	17	4.85
2	11.32	18	4.40
3	6.36	19	4.28
4	6.65	20	7.64
5	1.87	21	7.43
6	1.26	22	6.94
7	1.56	23	9.23
8	1.86	24	7.96
9	6.68	25	9.47
10	6.52	26	4.13
11	3.22	27	3.68
12	6.16	28	6.20
13	1.24	29	11.08
14	2.47	30	6.18
15	1.47	31	2.16
16	1.98	32	6.07



รูปที่ 2 ลักษณะของสารสกัดของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ด้วยวิธีการสกัดแบบต่างๆ กัน



รูปที่ 3 ค่า IC₅₀ ของสารสกัดข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน



รูปที่ 4 กราฟการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัดข้าวกล้องงอก พันธุ์พิษณุโลก 2 ที่สกัดด้วยเฮกเซน

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay พบว่า สารสกัดจากข้าวกล้องงอก พันธุ์พิษณุโลก 2 สกัดด้วยเครื่องมือแบบชอกท์เลตด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลอะซิเทต เอทานอล และเมทานอล มีค่า IC₅₀ สูงกว่าสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลอะซิเทต เอทานอล และเมทานอล สารสกัดจากข้าวกล้องงอก พันธุ์พวงเงิน สกัดด้วยเฮกเซน มีค่า IC₅₀ น้อยที่สุด แสดงว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้งได้ดีที่สุด ส่วนสารสกัดจากข้าวกล้องงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 สกัดแบบชอกท์เลตด้วยเมทานอล มีค่า IC₅₀ มากที่สุด แสดงว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้งได้ไม่ดีมีฤทธิ์ในการยับยั้งต่ำที่สุด จะเห็นได้ว่าการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ทั้งหมด 32 ตัวอย่าง ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลอะซิเทต เอทานอล และเมทานอล พบว่าสารสกัดจากข้าวกล้องพันธุ์พวงเงิน สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เมทานอล ได้ปริมาณสารสกัดมาก แต่มีฤทธิ์ในการยับยั้งอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดทั้งหมด 32 ตัวอย่าง แต่สารสกัดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งได้สูงที่สุดนั้นเป็นสารสกัดจากข้าวกล้องงอก พันธุ์พวงเงินสกัดด้วยเฮกเซน แสดงว่าสารที่อยู่ในข้าวกล้องงอกพันธุ์พวงเงิน มีฤทธิ์ในการยับยั้งมากที่สุด ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปค่า IC₅₀ (มิลลิกรัม/กรัม) ของสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน

เทคนิคการสกัด	ชนิดตัวอย่าง		เฮกเซน	เอทิลอะซิเทรต	เอทานอล	เมทานอล
	ประเภทข้าว	สายพันธุ์ข้าว				
สกัดแบบ ชอกให้เล็ด	ข้าวกล้องงอก	พิษณุโลก 2	5.69	6.65	6.36	11.32
		พวงเงิน	1.87	1.86	1.56	1.26
	ข้าวกล้อง	พิษณุโลก 2	4.85	7.64	4.28	4.40
		พวงเงิน	7.43	7.96	9.23	6.94
สกัดแบบแช่	ข้าวกล้องงอก	พิษณุโลก 2	6.68	6.16	3.22	6.52
		พวงเงิน	1.24	1.98	1.47	2.47
	ข้าวกล้อง	พิษณุโลก 2	9.47	6.20	3.68	4.13
		พวงเงิน	11.08	6.07	2.16	6.18
สารละลายมาตรฐาน BHT			0.15			

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิธีการสกัดสารจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงิน ผลของการสกัดสารจากข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์พวงเงินด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เมทานอล เอทานอล และเอทิลอะซิเตต พบว่าวิธีการสกัดแบบชอกให้เล็ด มีค่า %yield สูงกว่าวิธีการสกัดแบบแช่ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เพราะว่าเป็นผลจากการที่ใช้ตัวทำละลายที่ร้อนและการสกัดด้วยเทคนิคแบบแช่จะใช้เวลานาน ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ปริมาณมาก

สารที่อยู่ในข้าวกล้องงอกพันธุ์พวงเงิน มีฤทธิ์ในการยับยั้งมากที่สุด คาดว่าสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระจะมีมากในข้าวกล้องงอก พันธุ์พวงเงิน และสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระคาดว่าจะเป็สารในกลุ่ม แกมมาออริซานอล และวิตามินอีในกลุ่ม โทโคเฟอรอล และ โทโคไตรอีนอล ซึ่งสามารถสกัดออกมาได้ดีเมื่อใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายในการสกัด

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่าสารสกัดจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกแต่ละชนิดมีความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ซึ่งความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระของพืชแต่ละชนิดอยู่กับชนิดของพืช สถานที่เพาะปลูก วิธีการเก็บรักษา ความสด และวิธีการตรวจวิเคราะห์ เป็นต้น ฉะนั้นเมื่อทราบว่าพืชมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นประโยชน์นานาประการต่อร่างกาย ช่วยควบคุมการทำงานในระบบต่างๆ ของร่างกายให้เกิดความสมดุล ช่วยชะลอความเสื่อม ช่วยป้องกันและรักษาโรคเป็นประโยชน์ต่อภูมิคุ้มกันของร่างกาย ดังนั้นเพื่อเป็นประโยชน์ทางด้านโภชนาการจึงควรที่จะบริโภคพืชที่มีความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระสูง หรือบริโภคพืชหลากหลายชนิดร่วมกันเพื่อให้เพียงพอับความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ควรบริโภคพืชที่สด สะอาด เพื่อที่จะได้รับสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายได้ครบและได้รับคุณค่าทางด้านโภชนาการที่สำคัญของร่างกาย

เอกสารอ้างอิง

- กรรมธิดา งามละม่อม และสุนิสา รื่นนางแย้ม. (2546). การศึกษาฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระในสารสกัดใบข้าพุดและใบย่านาง. รายงานการวิจัยสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการณ ในพระราชูปถัมภ์.
- กฤษณ์ บุญอริยเทพ. (2545). ฤทธิ์และสมบัติทางชีวเคมีของสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม).
- จารุวรรณ ดรเถื่อน, พิเชษฐ เทบ่ารุ่ง และอัมพร ภูศรีฐาน. (2554). การสกัดและวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระจากเฝือก. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- นักวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว. (2546). ข้าวและธัญพืชเมืองหนาวพันธุ์ดี 30 ปี กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- นิตยา ตุ่มเขียว. (2555). การทดสอบฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลตะขบป่า. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- ประภาส วีระแพทย์. (2555). ความรู้เบื้องต้นเรื่องข้าว. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.
- ประภา กาหยี. (2542). ข้าว. กรุงเทพฯ: โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร.
- พรพรรณ พัวปัญญ. (2549). การศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระในไวน์ที่ผลิตจากเปลือกและแกนผลไม้. รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เรจินกรณ์ ไม้พวง, สุรัตน์ บุญผ่อง และสายฝน ชื่นขวัญ. (2549). ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากยอดมะคึก. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาพิษณุโลก.
- วิลาวลัย บุญยศุภา. (2551). การศึกษาฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากดอกอัญชัน. รายงานการวิจัย สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิไล ปาละวิสุทธิ. (2548). เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเชิงพาณิชย์. กรุงเทพมหานคร: กิจรุ่งเรือง.
- วิไลพร ปองเพียร. (2551). การศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผักแว่น. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- วิไลพร ปองเพียร. (2550). การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชพื้นบ้านที่มีสีม่วง. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- ศุภวรรณ ใจแสน. (2551). ข้าวอินทรีย์ ข้าวต้นทุนต่ำ. บริษัท นานา อินเตอร์มีเดีย.
- สิทธิพร พรหมสมบูรณ์. (2552). ข้าวของเรา. นนทบุรี: มติชน.
- สำนักงานเลขาธิการกรม กรมวิชาการเกษตร. (2549). ด้วยพระบารมีพืชพันธุ์ดีเพื่อเกษตรกรไทย. กรุงเทพมหานคร: หจก. ภาพพิมพ์.
- อภิชาติ เถาว์โท และ เสริมศักดิ์ อวทะกุล. (2542). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปลูกข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. (2544). เทคโนโลยีการผลิตข้าวพันธุ์ดี. ชุมชนการเกษตรสหกรณ์แห่งประเทศไทย.