

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การเปรียบเทียบการสะสมสารฟีนอลิก สารฟลาวะโนอยด์ และอนุพันธ์ของสารกลุ่ม
ฟลาวะโนอยด์ ในข้าวสายพันธุ์ไทยที่หลากหลาย (*Oryza sativa* L. spp. *indica*)

แหล่งเงิน// งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2558-2559 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 500,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ 1 ต.ค. 57 ถึง 30 ก.ย. 59

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

นายสุธิ สุทธิไพจิตร วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารฟลาวะโนอยด์ในเมล็ด เช่นเดียวกับ
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวสายพันธุ์ไทย 15 สายพันธุ์ นอกจากนี้ ยังทำการตรวจวัดปริมาณสารฟลาวะ
โนอยด์กลุ่มย่อย 4 กลุ่ม (เฟลวาโนน เฟลโวน เฟลโวนอล และแอนโทไซยานิน) ด้วยวิธี HPLC ที่ถูกดัดแปลงใน
เมล็ดข้าวพันธุ์ไทย ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารฟลาวะโนอยด์จะพบในปริมาณสูง เมื่อสกัดด้วยเมทา-
นอล:กรดไฮโดรคลอริก 99:1 มากกว่าสารสกัดชนิดอื่น ผลการทดลองที่ได้พบว่ามีปริมาณสารประกอบ
ฟีนอลิกและสารฟลาวะโนอยด์ในข้าวสี (ข้าวเหนียวดำ ก่ำเผือก ก่ำสกล ก่ำขอนแก่น 1 ก่ำขอนแก่น2 กุหลาบแดง
สังข์หยด TD49 และข้าวแดง) มากกว่าในข้าวขาว (สุพรรณบุรี1 สุพรรณบุรี90 กข6 กข15 ปทุมธานี1 และขาว
ดอกมะลิ105) เช่นเดียวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS และ DPPH และพบปริมาณสารกลุ่มเฟลวาโนน
จะอยู่ระหว่าง 0.04-0.40 mg Naringenin/g สารกลุ่มเฟลโวนอยู่ระหว่าง 0.08-0.57 mg Apigenin/g สารกลุ่มเฟล-
วานอลอยู่ระหว่าง 0.16-1.20 mg Quercetin/g และสารกลุ่มแอนโทไซยานินอยู่ระหว่าง 44.43-69.83 mg
Cyanidin chloride/g ในข้าวสี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาวะโนอยด์ในเมล็ดข้าวพันธุ์ไทยนั้น
ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าข้าวสีพันธุ์ไทยนั้น
เป็นแหล่ง ของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาวะโนอยด์ที่ดี และมีคุณค่าทางโภชนาการหรือเป็นสารต้าน
อนุมูลอิสระที่มีประโยชน์

คำสำคัญ : ข้าว สารฟีนอลิก สารฟลาวะโนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Research Title: Comparative accumulation of the total phenolics, total flavonoids and flavonoid derivatives content in various Thai rice varieties (*Oryza sativa* L. spp. *indica*)

Researcher: Mr.Sutee Chutipaijit

Faculty: College of Nanotechnology **Department:** Nanoscience and Nanotechnology

ABSTRACT

In this research, the total phenolic compound and total flavonoid contents of seeds as well as the antioxidant capacities were determined in 15 Thai rice cultivars. Moreover, a high performance liquid chromatography method (HPLC) was modified for determination of 4 flavonoid subgroups (flavanone, flavones, flavonol and anthocyanin) in Thai rice seeds. A high yield of the total phenolic compound and total flavonoid contents was obtained by 99:1 methanol:HCl as the extraction solvent more than the other the extraction solvent. The results presented the total phenolic compound and total flavonoid contents of pigmented rice [Black Sticky rice (BS), Khum Pueag (KP), Khum Sakol (KS), Khum Khonkaen1 (KK1), Khum Khonkaen2 (KK2), Kulab Dang (KLD), Sang Yod (SY), TD49 and Khao Dang (KD)] higher than non-pigmented rice [Suphanburi1 (SP1), Suphamburi90 (SP90), Rice Department6 (RD6), Rice Department15 (RD15), Pathumthani1 (PT1) and Khao Dawk Mali 105 (KDML105) as well as the antioxidant capacities by ABTS and DPPH methods. The amounts of flavanone subgroups ranged from 0.04 to 0.40 mg Naringenin/g, flavones subgroup ranged from 0.08 to 0.57 mg Apigenin/g, flavonol subgroup ranged from 0.16 to 1.20 mg Quercetin/g and anthocyanin subgroup ranged from 44.43 to 69.83 mg Cyanidin chloride/g were found in pigmented rice. The total phenolic compound, total flavonoid contents of Thai rice seeds were significantly correlated with the antioxidant capacities. The results indicated that Thai pigmented rice appeared as a good source of phenolic and flavonoid compounds and had beneficial nutritive value or antioxidant substance.

Keywords : Rice, Phenolics, Flavonoids, Antioxidant capacities

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่พิจารณาสนับสนุนการทำงานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี และศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวร้อยเอ็ดที่เอื้อเฟื้อเมล็ดพันธุ์ข้าวที่นำมาใช้ในโครงการวิจัยนี้ วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยี-พระจอมเกล้า ลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ใช้สถานที่ในการทำงานวิจัยนี้ และการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558-2559

นายสุธี ชูดีไพจิตร

วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 คำสำคัญของการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	9
3.1 ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวและการสกัด.....	9
3.2 การหาปริมาณสารฟีนอลิก (Total phenolic compound contents).....	9
3.3 การหาปริมาณสารฟลโวนอยด์ (Total flavonoid contents).....	9
3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่มฟลโวนอยด์ ด้วยวิธี HPLC (Determination of flavonoid content by HPLC method).....	10
3.5 การวิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS และ DPPH (Determination of antioxidant capacity by ABTS and DPPH methods).....	10
3.6 การออกแบบทางสถิติ.....	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	11
4.1 การวิเคราะห์ปริมาณการสะสมสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ.....	11
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณการสะสมสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ.....	18
4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ด้วยวิธี HPLC (Determination of flavonoid content by HPLC method).....	25
4.4 การวิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS และ DPPH (Determination of antioxidant capacity by ABTS and DPPH methods).....	27
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	34
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	34
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย.....	43
ประวัตินักวิจัย	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างอัตราการบริโภค ระดับพลังงาน โปรตีน และไขมัน โดยเฉลี่ยที่ได้จาก ข้าวสาลีพันธุ์ในประเทศต่างๆ.....	4
2.1 (ต่อ) แสดงตัวอย่างอัตราการบริโภค ระดับพลังงาน โปรตีน และไขมัน โดยเฉลี่ยที่ได้จาก ข้าวสาลีพันธุ์ในประเทศต่างๆ.....	5
2.2 ตัวอย่างพืชที่มีการศึกษาปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกและสารกลุ่มฟลาโวนอยด์.....	7
2.2 (ต่อ) ตัวอย่างพืชที่มีการศึกษาปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกและสารกลุ่มฟลาโวนอยด์.....	8

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงวิถีชีวิตสังเคราะห์ของสารในกลุ่มเฟลโวนอยด์ และอนุพันธ์ต่างๆ.....	6
4.1 ปริมาณสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Gallic acid ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Gallic acid equivalents/g.....	12
4.2 ปริมาณสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 และทำการผสมน้ำปราศจากไอออน (deionized water) ในอัตราส่วน 3:2 เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Gallic acid ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Gallic acid equivalents/g.....	14
4.3 ปริมาณสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Gallic acid ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Gallic acid equivalents/g.....	15
4.4 ปริมาณสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยสารสกัดทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ 1) เมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 (สีขาว) 2) เมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 เช่นเดียวกับสารสกัดชนิดแรก และทำการผสมน้ำปราศจากไอออน (deionized water) ในอัตราส่วน 3:2 (สีเทาอ่อน) และ 3) น้ำปราศจากไอออนอย่างเดียว (สีเทาเข้ม) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Gallic acid ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Gallic acid equivalents/g.....	17

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
<p>4.5 ปริมาณสารกลุ่มเฟลโวนอยด์ที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Catechin ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Catechin equivalents/g.....</p>	19
<p>4.6 ปริมาณสารกลุ่มเฟลโวนอยด์ที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 และทำการผสมน้ำปราศจากไอออน (deionized water) ในอัตราส่วน 3:2 เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Catechin ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Catechin equivalents/g.....</p>	21
<p>4.7 ปริมาณสารกลุ่มเฟลโวนอยด์ที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Catechin ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Catechin equivalents/g.....</p>	22
<p>4.8 ปริมาณสารกลุ่มเฟลโวนอยด์ที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ (A) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ (B) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง และ (C) เมล็ดข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ที่ถูกสกัดด้วยสารสกัดทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ 1) เมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 (สีขาว) 2) เมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก ในอัตราส่วน 99:1 เช่นเดียวกับสารสกัดชนิดแรก และทำการผสมน้ำปราศจากไอออน (deionized water) ในอัตราส่วน 3:2 (สีเทาอ่อน) และ 3) น้ำปราศจากไอออนอย่างเดียว (สีเทาเข้ม) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Catechin ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Catechin equivalents/g.....</p>	24
<p>4.9 ปริมาณสารสารกลุ่มฟลาโวนอน (flavanone) ที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ในเมล็ดข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ ได้แก่ สายพันธุ์เหนียวดำ (BS) และสายพันธุ์กำขอนแก่น 2 (KK2) ข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง ได้แก่ สายพันธุ์สังข์หยด (SY) และสายพันธุ์แดง (KD) และข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 (KDML105) และสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1 (SP1) ที่สกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก (99:1) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Naringenin ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Naringenin/g.....</p>	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
<p>4.10 ปริมาณสารสารกลุ่มฟลาโวน (flavone) ที่สะสมอยู่ภายในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ในเมล็ดข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ ได้แก่ สายพันธุ์เหนียวดำ (BS) และสายพันธุ์กำขอนแก่น2 (KK2) ข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง ได้แก่ สายพันธุ์สังข์หยด (SY) และสายพันธุ์แดง (KD) และข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 (KDML105) และสายพันธุ์สุพรรณบุรี1 (SP1) ที่สกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก (99:1) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Apigenin ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Apigenin/g.....</p>	27
<p>4.11 ปริมาณสารสารกลุ่มฟลาโวนอล (flavonol) ที่สะสมอยู่ภายในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ในเมล็ดข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ ได้แก่ สายพันธุ์เหนียวดำ (BS) และสายพันธุ์กำขอนแก่น2 (KK2) ข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง ได้แก่ สายพันธุ์สังข์หยด (SY) และสายพันธุ์แดง (KD) และข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 (KDML105) และสายพันธุ์สุพรรณบุรี1 (SP1) ที่สกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก (99:1) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Quercetin ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Quercetin/g.....</p>	28
<p>4.12 ปริมาณสารสารกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่สะสมอยู่ภายในเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ในเมล็ดข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ ได้แก่ สายพันธุ์เหนียวดำ (BS) และสายพันธุ์กำขอนแก่น2 (KK2) ข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง ได้แก่ สายพันธุ์สังข์หยด (SY) และสายพันธุ์แดง (KD) และข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 (KDML105) และสายพันธุ์สุพรรณบุรี1 (SP1) ที่สกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก (99:1) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Cyanidin chloride ค่าที่ได้จะแสดงในหน่วย mg Cyanidin chloride/g....</p>	29
<p>4.13 การวิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดจากเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ (% Inhibition) (A) และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox ต่อกรัมน้ำหนักสด ($\mu\text{M Trolox / g FW}$) (B) ในเมล็ดข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ ได้แก่ สายพันธุ์เหนียวดำ (BS) และสายพันธุ์กำขอนแก่น2 (KK2) ข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง ได้แก่ สายพันธุ์สังข์หยด (SY) และสายพันธุ์แดง (KD) และข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 (KDML105) และสายพันธุ์สุพรรณบุรี1 (SP1) ที่สกัดด้วยเมทานอล:กรดไฮโดรคลอริก (99:1).....</p>	31

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

4.11 การวิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดจากเมล็ดข้าวไทย สายพันธุ์ต่างๆ ในหน่วยของ EC_{50} (The term half maximal effective concentration) ที่ได้ จากสารสกัด (μL) ในเมล็ดข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีลักษณะเมล็ดสีม่วง-ดำ ได้แก่ สายพันธุ์ เหนียวดำ (BS) และสายพันธุ์กำขอนแก่น2 (KK2) ข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีแดง ได้แก่ สายพันธุ์ สังข์หยด (SY) และสายพันธุ์แดง (KD) และข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาว ได้แก่ สายพันธุ์ ขาวดอกมะลิ105 (KDML105) และสายพันธุ์สุพรรณบุรี1 (SP1) ที่สกัดด้วยเมทานอล: กรดไฮโดรคลอริก (99:1).....	32
--	----