รายงานการวิจัย

กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณค่าสารอาหารในข้าวพื้นเมืองที่มีศักยภาพของภาคใต้

Germinated brown rice and germinate parboiled rice process to increase the nutritional value of potential upland rice in the South area.

อุไรวรรณ วัฒนกุล Uraiwan Wattanakul
นพรัตน์ มะเห Nopparat Mahae
พีรพงษ์ พึ่งแย้ม Peerapong Puengyam

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณประจำปี พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560 เป็นงานวิจัยประยุกต์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสารอาหารภายหลังการแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่งของข้าวพื้นเมืองที่มีศักยภาพของภาคใต้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาและเพิ่มศักยภาพของข้าวพื้นเมืองของไทย ตลอดจนผลการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางส่งเสริมให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรกรรม

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทั้งความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ ตลอดจนสถานที่ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้การช่วยเหลืออำนวยความสะดวกด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยที่อุทิศกำลังกายและกำลังใจช่วยในการวิจัยครั้งนี้ลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนครอบครัวและผองเพื่อนที่ให้ความห่วงใย เป็นกำลังใจให้เสมอมา ความดีของรายงานฉบับนี้ ขอมอบแด่ อาจารย์ทุกท่านที่ได้คอยประสิทธิ์ประสาทวิชาการให้แก่ข้าพเจ้า ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

อุไรวรรณ วัฒนกุล
นพรัตน์ มะเห
พีรพงษ์ พึ่งแย้ม
กรกฎาคม 2561

กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณค่าสารอาหารในข้าวพื้นเมืองที่มีศักยภาพของภาคใต้

อุไรวรรณ วัฒนกุล[1] นพรัตน์ มะเห[1] พีรพงษ์ พึ่งแย้ม[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเคมี กายภาพ คุณค่าทางโภชนาการ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในข้าวพื้นเมืองที่ศักยภาพของภาคใต้ที่ผลิตต่างพื้นที่ใน 5 จังหวัดภาคใต้ จากการเก็บตัวอย่างข้าว 9 สายพันธุ์ จำนวน 15 ตัวอย่าง ในจังหวัด พัทลุง ตรัง กระบี่ สตูล และพังงา มาทำการผลิตเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง ต่างกัน 4 วิธีการ ผลการทดลองพบว่าพื้นที่ปลูกแต่ละจังหวัดแตกต่างกัน ส่งผลต่อสมบัติทางเคมี กายภาพ คุณค่าทางโภชนาการ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในข้าวพื้นเมืองแตกต่างตามไปด้วย โดยความชื้นในเมล็ดข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้องมีค่าแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) มีแนวโน้มปริมาณโปรตีนสูงที่สุดในข้าวงอกนึ่ง และข้าวนึ่งมีแนวโน้มปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวกล้อง ปริมาณเถ้าและปริมาณไขมันข้าวกะเทาะเปลือกมีค่าสูงกว่าในข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวในข้าวนึ่งมีค่ามากที่สุด แต่ปริมาณอะไมโลส และความคงตัวของแป้งสุกในข้าวนึ่งต่ำกว่าข้าวกล้อง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 0.97-3.60 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร การสลายตัวในด่างของข้าวกล้องมีค่าต่ำกว่าข้าวนึ่งกล้อง ระยะเวลาหุงต้ม มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 19-33 นาที แต่ข้าวงอกนึ่งมีแนวโน้มให้ระยะเวลาหุงต้มสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวกล้องแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าข้าวนึ่งกล้อง ข้าวงอกนึ่งให้ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก รวมถึงข้าวกล้องจะมีสารประกอบฟินอลิกสูงกว่าข้าวนึ่ง โดยปริมาณสารประกอบฟินอลิกมีค่าสูงที่สุดในข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ส่วนปริมาณวิตามินบี 1 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งมีแนวโน้มปริมาณวิตามินบี 1 เพิ่มมากขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีสูงกว่าวิธีการที่ 1 ขณะที่ข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 มีปริมาณสูงกว่าวิธีการที่ 2 ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีและเหล็กในข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 และข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 มีค่าสูงกว่าข้าวกล้อง และการผลิตข้าวกล้องงอกและการผลิตข้าวงอกนึ่งตามวิธีการที่ 2 จะให้ปริมาณสารกาบาสูงกว่าวิธีการที่ 1 ($P \leq 0.05$) ดังนั้นการทดลองบ่งชี้ว่าความชื้น การนึ่ง และความร้อน ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารสำคัญในข้าว

คำสำคัญ : ข้าวกล้องงอก ข้าวงอกนึ่ง ข้าวพื้นเมือง

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จ.ภูเก็ต

Germinated brown rice and germinate parboiled rice process to increase the nutritional value of indigenous southern Thai rice cultivars

Uraiwan Wattanakul[1] Nopparat Mahae[1] Peerapong Peungyam[2]

ABSTRACT

This study aimed to compare the physico-chemical properties, nutritional value, bioactive compounds and radical scavenging activity in indigenous southern Thai rice cultivars produced from different growing areas of five southern provinces. The paddy rices was collected in Phatthalung, Trang, Krabi, Satun, and Pangha provinces. Nine strains with 15 samples of rice were collected. To produce germinated brown rice (GBR) and parboiled brown rice (PBR) by four different methods. The results showed that the area planted with different provinces has vary according to affect the physico-chemical properties, nutritional value, bioactive compounds and radical scavenging activity. Moisture content of brown rice, GBR and PBR were significantly difference ($p \geq 0.05$). Protein content in the PBR was likely highest. PBR was likely higher protein content than brown rice and GBR. Ash content and lipid content in brown rice was higher than GBR and PBR. The physical characteristics of grain and weight per 1,000 grains in PBR shown the most valuable. Therefore, physical properties; amylase content, and gel consistency in PBR was lower than brown rice. Total sugar was 0.97-3.60 milligrams per milliliter. Alkaline test of brown rice showed value level lower than PBR. Cooking times are in the range of 19-33 minutes, by PBR was likely to higher cooking time than brown rice. The brown rice showed radical scavenging activity better than PBR. PBR showed the higher flavonoid content than brown rice. Included the phenolic compounds in brown rice were higher than PBR. Phenolic compounds have the highest value in Dok Phayom rice, (Krabi). The vitamin B1 content was significantly different ($P < 0.05$). GBR and PBR were likely increase the amount of vitamin B1. Total anthocyanins in GBR method 2 showed the higher levels than method 1 ; therefore, PBR method 1 showed the higher levels than method 2. Zinc and iron in GBR method 2 and PBR method 1 was higher than brown rice. The experiments indicate that moisture content, steaming and heating significantly affect the nutrition value and phytochemical of rice.

Keywords : germinated brown rice, parboiled rice, indigenous Thai rice

---

[1] Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang

[2] Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University, Phuket

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	(6)
บทนำ	1
วิธีดำเนินการวิจัย	23
ผลการวิจัยและวิจารณ์	27
สรุปผลการวิจัย	145
บรรณานุกรม	148
ภาคผนวก	158
ภาคผนวก ก	159
ภาคผนวก ข	178
ภาคผนวก ค	192

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1	สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของวรนุช และเทพฤทธิ์ (2551)	34
2	สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกะเทาะเปลือกโดยดัดแปลงบางส่วนตามวิธีการของเปรมฤดีและคณะ(2551)	35
3	สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ suttikul and Naivikul, (2007) ; Panchan and Naivikul, (2010)	36
4	สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ กรรณิการ์และคณะ (2556)	37
5	ความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	40
6	ความกว้างของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	43
7	ความหนาของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	46
8	อัตราความกว้างความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสารของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	49
9	น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	52
10	ปริมาณความชื้นของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	59
11	ปริมาณไขมันของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	62
12	ปริมาณเถ้าของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	65
13	ปริมาณโปรตีนของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	68
14	ความคงตัวแป้งสุกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	73
15	ปริมาณอะไมโลสของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	76
16	ระยะเวลาหุงต้มของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	79

ตารางที่ **หน้า**

17	ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ DPPH (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง	84
18	ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ ABTS (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง	87
19	ปริมาณกรดไขมันอิสระ ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	90
20	ปริมาณฟลาโวนอยด์ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	99
21	ปริมาณแทนนินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	102
22	ปริมาณฟินอลิกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	105
23	ปริมาณวิตามินบี 1 ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	109
24	ปริมาณแอนโทไซยานินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	119
25	ปริมาณแร่ธาตุเหล็กและสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	122
26	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	128
27	ปริมาณแกมม่าโอรีซานอลของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	134
28	ปริมาณกาบาของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	137
29	คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้	140

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ข้าวเปลือกพื้นเมือง ที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จำนวน 9 สายพันธุ์	27
2	ข้าวกะเทาะเปลือกจากข้าวพื้นเมือง ที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จำนวน 9 สายพันธุ์	28
3	ข้าวซ้อมมือจากข้าวพื้นเมือง ที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้จำนวน 9 สายพันธุ์	29
4	ข้าวสารพื้นเมือง ที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จำนวน 9 สายพันธุ์	30
5	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.ตรัง : ม.1 ต.ท่าสะบ้า อ.วังวิเศษ จ.ตรัง	31
6	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.สตูล : ม.5 ต.ควนโพธิ์ อ.เมือง จ.สตูล	31
7	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.กระบี่ **:** อ.เขาพนม จ.กระบี่	31
8	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.กระบี่ **:** อ.เหนือคลอง จ.กระบี่	32
9	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พังงา : ต.เกาะยาวน้อย อ.เกาะยาว จ.พังงา	32
10	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พังงา : อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา	32
11	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พังงา : อ.ตะกั่วทุ่ง จ.พังงา	33
12	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พัทลุง : อ.เมือง จ.พัทลุง	33
13	พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พัทลุง : อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	33
14	กรดไขมันอิสระของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้	93
15	กรดไขมันอิสระ ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	95
16	วิตามินบี1 ของข้าวกล้องกะเทาะเปลือกในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้	112
17	วิตามินบี1 ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	114
18	ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5จังหวัดทางภาคใต้	123
19	ปริมาณแร่ธาตุเหล็กของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	125
20	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	131
21	แกมม่าโอรีซานอลของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้	135

ภาพผนวกที่		หน้า
1	การเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	160
2	ตัวอย่างข้าวเปลือกพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	161
3	ตัวอย่างข้าวกะเทาะเปลือกของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	162
4	ตัวอย่างข้าวซ้อมมือของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	163
5	ตัวอย่างข้าวสารของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	164

ภาพผนวกที่ **หน้า**

6	การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ วรนุช และเทพฤทธิ์ (2551)	165
7	การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกะเทาะเปลือก ดัดแปลงบางส่วน ตามวิธีการของเปรมฤดีและคณะ (2551)	166
8	การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ Benjamassuttikul and Naivikul, (2007) ; Panchan and Naivikul, (2010)	167
9	การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของกรรณิการ์และคณะ(2556)	168
10	การวิเคราะห์อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าวของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	169
11	การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	170
12	การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	171
13	การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวมและน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	172
14	การวิเคราะห์สารชีวกิจกรรมของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	173
15	การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	174
16	การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	175
17	การวิเคราะห์ปริมาณไขมันของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	176
18	การวิเคราะห์เถ้าและความชื้นของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้	177

บทนำ

ข้าวพื้นเมือง (local varieties or landrace varieties or traditional varieties)

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรในประเทศ และเป็นธัญพืชที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ไขมัน และเส้นใยเป็นส่วนน้อย นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบทางเคมี ที่ให้คุณค่าทางอาหาร ได้แก่ วิตามิน และแร่ธาตุ องค์ประกอบทางเคมีหลักของข้าวมีผลจากสายพันธุ์ พื้นที่เพาะปลูก การเก็บเกี่ยวและการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง (อรอนงค์, 2547) จากการศึกษาปัจจุบัน พบว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวพันธุ์ทั่วไป (จิรวัฒน์, 2552) ด้วยลักษณะเด่นของข้าวพื้นเมืองเป็นพันธุ์ดั้งเดิมที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นนั้นๆ มีความต้านทานโรค ต้านทานแมลง มีคุณค่าทางอาหาร และคุณค่าทางเภสัชกรรม (สุนทร, 2555) แต่เนื่องด้วยกระแสการบริโภคอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าต่อสุขภาพของผู้บริโภคกำลังได้รับความนิยม การหันมาบริโภคข้าวพื้นเมืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้สุขภาพของผู้บริโภคดีขึ้นและยังช่วยให้ข้าวราคาสูงขึ้นอีกด้วย

พันธุ์ข้าวที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือจากที่เกษตรกรในท้องถิ่นปรับปรุงและพัฒนาขึ้นเองจากการทำนาข้าวหลายๆ พันธุ์มาปลูกในแปลงเดียวกัน จนได้ข้าวที่เกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ ได้เป็นพันธุ์ข้าวที่เกิดขึ้นใหม่ เรียกว่า ข้าวพื้นเมือง หรือข้าวพื้นบ้าน เกษตรกรใช้วิธีการพัฒนาพันธุ์ข้าวพื้นเมืองโดยกระบวนการสังเกตสภาพแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ อากาศและพื้นที่ปลูก เมื่อเกษตรกรได้พันธุ์ข้าวที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี มีลำต้นที่แข็งแรง ต้านทานโรคได้ดี มีเมล็ดงามสมบูรณ์ให้ผลผลิตสูง มีกลิ่นและรสชาติที่ถูกปาก จึงจะเก็บไว้เป็นพันธุ์ข้าวไว้เพาะปลูกต่อไป นับว่าเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านในการเพาะปลูกของเกษตรกรที่สืบทอดต่อกันมายาวนาน ดังนั้น พันธุ์ข้าวพื้นเมือง มักจะถูกตั้งชื่อจากสีของเปลือกข้าว หรืออาจจะตามด้วยชื่อของเกษตรกรที่เป็นเจ้าของ เช่น พันธุ์เหลืองแม่รำพึง พันธุ์ขาวตาอู่ หรือ ตั้งชื่อตามลักษณะพิเศษ คุณภาพ การผลิต เช่น พันธุ์เกวียนหัก ตั้งตามชื่อผลไม้หรือดอกไม้ เช่น พันธุ์จำปาซ้อน พันธุ์ข้าวดอกมะลิ และยังมีการตั้งชื่อพันธุ์ข้าวตามแหล่งที่มาหรือชื่อที่เป็นมงคล เป็นต้น (อภิชาติ และพัชรี, 2557)

ข้าวพันธุ์พื้นเมือง เป็นพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกกันมาแต่ดั้งเดิม และนิยมบริโภคหรือใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นกันอย่างแพร่หลาย ข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะเด่นหลายประการ เช่น คุณภาพในการหุงต้มและการรับประทาน กลิ่นหอมของเมล็ดข้าว รวมถึงความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่เพาะปลูกได้ดี ในปัจจุบันข้าวพันธุ์พื้นเมืองกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ในแง่ของการนำมาใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เภสัชกรรม เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมการแปรรูป ซึ่งเป็นแนวทางที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าของข้าวและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร (สมทรง และคณะ, 2557) ข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ทั้งในลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางการเกษตร และองค์ประกอบทางโภชนาการที่สำคัญต่อร่างกาย จากการศึกษาทางเคมีของเมล็ดข้าว พบว่าข้าวกล้องประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ เช่น คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลัก โปรตีน วิตามิน และไขมัน รวมถึงแร่ธาตุต่าง ๆ ในเมล็ดข้าวที่สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ซีลีเนียม และทองแดง

พื้นที่ภาคใต้ที่สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบและทิวเขา เกษตรกรจึงนิยมปลูกยางพารา ปาล์มน้ำมัน กาแฟ และผลไม้ กรมการข้าวจึงมีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้หันมาปลูกข้าวพื้นเมืองเพิ่มขึ้นเพื่อการบริโภคในครัวเรือนอย่างเพียงพอตลอดทั้งปีเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อข้าวมาบริโภค อีกทั้งยังช่วยสร้างแหล่งอาหารและความมั่นคงทางอาหารของภาคใต้ โดยอาจเป็นการการปลูกข้าวแซมในสวนยางพาราและปาล์มน้ำมันได้ เนื่องจากพื้นที่มีความเหมาะสมเพราะเป็นที่ดอนบริเวณไหล่เขา ไม่ต้องมีน้ำขัง อาศัยเพียงน้ำค้าง น้ำฝนและความชื้นในดินก็สามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้ ในอดีตพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในภาคใต้มีกว่า 130 พันธุ์ ซึ่งกรมการข้าวได้รับรองพันธุ์แล้วมี 12 พันธุ์ พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ ข้าวพันธุ์กู้เมืองหลวง เป็นข้าวเจ้า ผลผลิตเฉลี่ย 240 กก./ไร่ พันธุ์ดอกพะยอม เป็นข้าวเจ้าผลผลิตเฉลี่ย 250 กก./ไร่ พันธุ์ช่อลุง 97 เป็นข้าวเจ้าผลผลิตเฉลี่ย 564 กก./ไร่ พันธุ์เหนียวดำช่อไม้ไผ่ 49 เป็นข้าวเหนียวผลผลิตเฉลี่ย 363 กก./ไร่ (กรุงเทพธุรกิจ, 2556)

1.1 พันธุ์ข้าวพื้นเมืองดั้งเดิมในพื้นที่ภาคใต้

รายงานของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรได้ทำการสำรวจ และรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่ใช้ปลูกในท้องที่ของจังหวัดชุมพรมา ได้แก่ ข้าวพันธุ์นางเขียน, ข้าวพันธุ์นางครวญ, ข้าวพันธุ์นางดำ, ข้าวพันธุ์แม่ผึ้ง, ข้าวเจ้าพันธุ์สามเดือน, ข้าวเจ้าพันธุ์ภูเขาทอง, ข้าวพันธุ์กาต้นดำ, ข้าวพันธุ์กาต้นเขียว, ข้าวเจ้าพันธุ์เล็บนกไร่, ข้าวเจ้าพันธุ์เล็บมือนาง ซึ่งทั้งหมด เป็นพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสง มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 146 - 172เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 367 - 713 กิโลกรัมต่อไร่

สำเริง และคณะ (2557) พบว่ากลุ่มผู้สนใจปลูกข้าวพื้นเมืองในจังหวัดพัทลุง อาทิเช่น กลุ่มทำนาทะเลน้อย กลุ่มบ้านเรียนรู้เกษตรธรรมชาติบางแก้ว กลุ่มสื่อแห่งปัญญาพัฒนาเกษตรยั่งยืนจังหวัดพัทลุง ฯลฯ ได้เลือกปลูกข้าวพื้นเมืองที่มีปลูกในท้องถิ่นดั้งเดิม เช่น พันธุ์ไข่มดริ้น หน่วยเขือหอมจันทร์ นางกลาย หัวนา ลูกขอ ช่อจังหวัด ช่อขิง เป็นต้น เพื่อศึกษาความเหมาะสมในแต่ละนิเวศและสร้างจิตสำนึกถึงความสำคัญของพันธุ์ข้าว

1.2 พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในภาคใต้

1.2.1 ดอกพะยอม (Dawk Pa-yawm) : ได้จากการรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองในพื้นที่ภาคใต้โดยเจ้าหน้าที่กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง ในระหว่างปี พ.ศ. 2502 – 2521 ปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ในสถานีทดลองข้าวภาคใต้ มีการรับรองพันธุ์โดยคณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2522 มีลักษณะเด่นประจำพันธุ์ เป็นข้าวเจ้าพื้นเมืองพันธุ์ข้าวไร่ สูงประมาณ 150 เซนติเมตร ไวต่อช่วงแสงอย่างอ่อน อายุเก็บเกี่ยว ถ้าปลูกต้นเดือนมิถุนายน เก็บเกี่ยวปลายเดือนตุลาคม ถ้าปลูกปลายเดือนสิงหาคม จะเก็บเกี่ยวปลายเดือนมกราคม (อายุประมาณ 145 – 150 วัน) ลำต้นเขียว ใบยาว ค่อนข้างแคบ ชูรวงดี เมล็ดเรียวยาว ข้าวเปลือกสีฟางก้นจุด ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 2 สัปดาห์ เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 10.3 x 2.4 x 2.0 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา = 7.3 x 2.2 x 1.8 มิลลิเมตร ปริมาณอะมิโลส เท่ากับร้อยละ 24 คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม มีกลิ่นหอม ให้ผลผลิตประมาณ 250 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเด่น:คอรวงยาว เหมาะสำหรับเกี่ยวด้วยแกระ, ปลูกเป็นพืชแซม

ยางได้ดี, ต้านทานโรคไหม้ โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคใบขีดสีน้ำตาลข้อควรระวัง:ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง และโรคใบวงสีน้ำตาลพื้นที่แนะนำ: พื้นที่ข้าวไร่ในภาคใต้

1.2.2 ดอกข่า มีขนบนแผ่นใบ, สีของแผ่นใบมีสีเขียว, สีของกาบใบมีสีเขียว, มุมของยอดแผ่นใบตั้งตรง, สีของลิ้นใบมีสีขาว, รูปร่างของลิ้นใบมีลักษณะแหลม, หูใบมีสีเขียวอ่อน, ข้อต่อใบมีสีเขียวอ่อนระยะออกรวง : เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 2.6 มิลลิเมตร, ปล้องมีสีเขียว, ทรงกอตั้ง, ยอดเกสรตัวเมียมีสีขาว, กลีบรองดอกสีฟาง, ไม่มีหางข้าวลักษณะเด่น : ข้าวดอกข่า เป็นข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองที่มีความต้านทานต่อโรค เมล็ดยาว สีของเมล็ดข้าวสารมีสีน้ำตาลแดงอมม่วง เมื่อสุกจะมีกลิ่นหอม คล้ายกลิ่นใบเตย รสชาติอร่อย ข้าวไม่แข็ง หุงขึ้นหม้อวิธีการปลูก : ใช้วิธีการหยอดหลุม วิธีนี้ใช้กันทั่วไป เหมาะกับทุกสภาพ โดยเฉพาะพื้นที่ลาด โดยการทำไม้สำหรับเจาะหลุม เรียกว่า ไม้สัก ยาวประมาณ 2 เมตร เป็นลักษณะกลมพอเหมาะกับมือ เจาะหลุมให้ลึก ประมาณ 3 เซนติเมตร ขนาดหลุมกว้าง 1 นิ้ว ระยะห่างของหลุม ประมาณ 25×25 เซนติเมตร หลังจากนั้น หยอดเมล็ดข้าวลงในหลุมทันที ซึ่งเกษตรกรใช้กระบอกไม้ไผ่หรือกระบอกที่ทำจากท่อ พีวีซี นำเมล็ดข้าวใส่แล้วหยอด หลุมละ 5-8 เมล็ด กลบดินปากหลุมด้วยกระบอกที่ใส่ข้าวปลูก เมื่อฝนโปรยลงมาหรือเมล็ดได้รับความชื้นจากดินก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นข้าวให้ผลผลิตต่อไป การปลูกข้าวไร่ เกษตรกรจะต้องหมั่นดูแลกำจัดวัชพืช เพราะในที่ดอนจะมีวัชพืชมากกว่าในที่ลุ่มระยะเวลาปลูก : เริ่มปลูกเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคมพื้นที่ปลูก ประมาณ 1,200 ไร่ อยู่ในพื้นที่ตำบลบางทอง อำเภอท้ายเหมือง และตำบลตากแดด อำเภอเมืองพังงา ผลผลิตเฉลี่ย ประมาณ 400 กิโลกรัม/ไร่
การเก็บเกี่ยว : ใช้วิธีการ “ลงแขก” ซึ่งเป็นประเพณีและภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ควรค่าแก่การอนุรักษ์ไม่ให้สูญหายไป สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวไร่ เรียกว่า “แกระ” โดยจะเกี่ยวทีละรวง แล้วมัดเป็นกำๆ ตากแดด 3-5 วัน

1.2.3 ข้าวพันธุ์นางครวญ ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 159 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ย 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทรงกอตั้งตรง ปล้องสีเขียวอ่อน ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงตั้ง คอรวงยาว

1.2.4 ข้าวพันธุ์นางดำ ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 155 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ย 618 กิโลกรัมต่อไร่ ทรงกอตั้งตรง ปล้องสีเหลืองอ่อน ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงนอน คอรวงยาว ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้

1.2.5 ข้าวพันธุ์แม่ผึ้ง ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 154 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ย 713 กิโลกรัมต่อไร่ ทรงกอตั้งตรง ปล้องสีเหลือง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงนอน คอรวงยาว ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้

1.2.6 ข้าวเจ้าพันธุ์สามเดือน ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 146 เซนติเมตร จำนวน ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ปล้องใบสีเหลืองอ่อน คอรวงยาว เมล็ดข้าวเปลือกสีเหลือง เมล็ดข้าวกล้องสีขาว ผลผลิตประมาณ 405 กิโลกรัมต่อไร่

1.2.7 ข้าวเจ้าพันธุ์ภูเขาทอง ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 151 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ปล้องสีเหลือง คอรวงยาว รวงยาว เมล็ดข้าวเปลือกสีเหลืองทอง เมล็ดข้าวกล้องสีขาว ผลผลิตประมาณ 652 กิโลกรัมต่อไร่

1.2.8 ข้าวพันธุ์กาต้นดำ ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 165 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ย 504 กิโลกรัมต่อไร่ ทรงกอตั้งตรง ปล้องสีดำม่วง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงนอน คอรวงยาว ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคไหม้

1.2.9 ข้าวพันธุ์กาต้นเขียว ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 172 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ย 386 กิโลกรัมต่อไร่ ทรงกอตั้งตรง ปล้องสีน้ำตาลปนเหลือง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงนอน คอรวงยาว ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้

1.2.10 ข้าวเจ้าพันธุ์เล็บนกไร่ ลักษณะทั่วไป เป็นพันธุ์ข้าวไร่ ไวต่อช่วงแสง ความสูงเฉลี่ย 162 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียวอ่อน ปล้องสีเหลืองอ่อน คอรวงยาว รวงยาว เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องสีขาว ผลผลิตประมาณ 504 กิโลกรัมต่อไร่ และ ข้าวเจ้าพันธุ์เล็บมือนาง เป็นพันธุ์ข้าวไร่ความสูงเฉลี่ย 149 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว กาบใบสีเขียวอ่อน ปล้องสีเหลือง คอรวงยาว เมล็ดข้าวเปลือกสีเหลือง เมล็ดข้าวกล้องสีขาว ผลผลิตประมาณ 367 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2552)

พื้นที่ในการปลูกข้าว

จำแนกตามสภาพพื้นที่ปลูก แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ข้าวไร่ (upland rice) หมายถึง ข้าวที่ปลูกในที่ดอนไม่มีน้ำขัง และไม่มีคันนา ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว การปลูกเหมือนพืชไร่ทั่วไป มีการปลูกมากทางภาคเหนือ และภาคใต้

2. ข้าวนาสวน (lowland rice) เป็นข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มมีระดับน้ำลึกไม่เกิน 80 ซม. เป็นข้าวที่ปลูกกันส่วนใหญ่ของประเทศ มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง จะให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าข้าวไร่ และข้าวขึ้นน้ำ

3. ข้าวขึ้นน้ำ หรือ ข้างฟางลอย (floating rice) เป็นข้าวที่ปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมลึกในฤดูน้ำหลาก โดยมีน้ำท่วมลึกเกินกว่า 80 ซม. บางที่น้ำอาจจะลึกถึง 3-4 เมตรก็ได้ พันธุ์ข้าวชนิดนี้จะปรับตัวได้ตามระดับน้ำที่สูงขึ้น เรียกว่าข้าวขึ้นน้ำ พบมากในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง ส่วนภาคใต้ พบบางแห่ง ผลผลิตเฉลี่ย 200-300 กก./ไร่ เมล็ดข้าวเมื่อนำไปสีมักจะแตกหัก เนื่องจากข้าวสารมีท้องไข่หรือท้องปลาชิวมาก จึงนิยมเอาไปทำข้าวนึ่งเพราะเมื่อนำไปสีแล้วได้ข้าวสารที่มีคุณภาพดี

จำแนกตามฤดูกาลหรือการตอบสนองต่อช่วงแสง

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- **ข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง** (photoperiod sensitive varieties) เป็นพันธุ์ข้าวที่จะออกดอกได้ในช่วงวันสั้น (น้อยกว่า 12 ชั่วโมง) ในประเทศไทยจะอยู่ในช่วงเดือนกันยายน-ธันวาคม ข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสงนี้จะปลูกได้เฉพาะนาปี ถ้าปลูกในนาปรังจะไม่ออกดอก พันธุ์ไวต่อช่วงแสงนี้ได้แก่ พันธุ์พื้นเมืองทั่วไป และพันธุ์ กข.ที่ไวต่อช่วงแสงได้ กข.5, กข.6, กข.8, กข.13, กข.15, กข.19, และ กข.17

- **ข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง** (photoperiod insensitive varieties) พันธุ์ข้าวจำพวกนี้จะออกดอกโดยไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงวัน แต่จะขึ้นอยู่กับอายุเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างแน่นอน และใช้เป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกในนาปรัง ซึ่งต้องอาศัยน้ำชลประทาน ได้แก่ กข.1, กข.2, กข.3, กข.4, กข.7, กข.9, กข.10, กข.11, กข.17, กข.21, กข.23 และ กข.25 ส่วนพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ พันธุ์เหลืองทอง

จำแนกตามการปรับปรุงพันธุ์พืช

แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- **พันธุ์พื้นบ้านหรือพันธุ์พื้นเมือง** (land race varieties) เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกมาแต่ดั้งเดิม ส่วนมากมักเป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวดีในสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น ปรับตัวในสภาพดินไม่อุดมสมบูรณ์ได้ดี ตอบสนองต่อปุ๋ยต่ำ ให้ผลผลิตต่ำถึงปานกลางในสภาพการปลูกของเกษตรกร

- ข้าวพันธุ์ดีทางราชการ คือ พันธุ์ข้าวที่ทางราชการได้ขยายพันธุ์และเผยแพร่ออกสู่เกษตรกร เป็นพันธุ์ข้าวที่คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ข้าวได้ตรวจสอบแล้ว และประกาศเป็นทางการ ซึ่งจะเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยสูง ต้านทานโรคและแมลง คุณภาพการหุงต้มดี

ฤดูการทำนาในประเทศขึ้นอยู่กับช่วงของฤดูฝนเป็นส่วนใหญ่ นอกจากพื้นที่ที่มีการชลประทาน ดังนั้น จึงมีความแตกต่างกันตามภาคต่าง ๆ ดังนี้

1. ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ฤดูกาลทำนาปีจะเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน หรือพฤษภาคมจนถึงเดือนมกราคม ส่วนนาปรังจะเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน

2. ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (ฝั่งอ่าวไทย) ฤดูกาลทำนาปีจะอยู่ในระหว่างเดือนกันยายน โดยจะมีการเตรียมดินในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม และเก็บเกี่ยวประมาณเดือนมีนาคม ส่วนการทำนาปรังนั้นอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม

องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว

1. คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) สะสมอยู่ในรูปของน้ำตาล เส้นใย และแป้ง ทั้งนี้แป้งเป็นองค์ประกอบหลักในเมล็ดข้าว ซึ่งประกอบด้วย เม็ดแป้ง (Granule) มีรูปทรงหลายเหลี่ยมมี ขนาด 2 - 9 ไมครอน ในข้าวจะมีแป้งประมาณร้อยละ 90 โดยน้ำหนักแห้ง กลุ่มเม็ดแป้งที่อยู่ในอะมิโลพลาส (Amyloplast) มีรูปร่างกลม หรือรูปไข่ขนาด 7-35 ไมครอน อะมิโลพลาส จะมีเม็ดแป้งอัดกันและจะล้อมรอบด้วยกลุ่มของโปรตีน แป้งสามารถแยกเป็นองค์ประกอบย่อยได้ 2 ชนิด ได้แก่ อะไมโลเพคติน ประกอบด้วยกลูโคสเรียงต่อกัน มีโครงสร้างเป็นแขนงเหมือนกิ่งไม้ โดยที่สายโซ่หลักเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก แบบอัลฟา-(1, 4) ส่วนสายโซ่ที่แตกแขนงจะเชื่อมต่อกันแบบอัลฟา-(1, 6) และ อะไมโลส ประกอบด้วย กลูโคสเรียงต่อกันเป็นเส้นตรงแบบอัลฟา-(1, 4) องค์ประกอบของแป้งแบ่งเป็นอะไมโลส ร้อยละ 12 - 35 และ อะไมโลเพคตินร้อยละ 65 – 88 (งามชื่น, 2546)

2. โปรตีน (Protein) เป็นสารอาหารที่มีเป็นอันดับรองลงมาจากแป้ง พบมากในส่วนของคัพภะประมาณร้อยละ 19-27 ของน้ำหนักคัพภะ โปรตีนที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวแบ่งเป็น 4 ชนิด ตามคุณสมบัติการละลาย ได้แก่ อัลบูมิน (Albumin) ละลายในน้ำ โกลบูลิน (Globulin) ละลายในน้ำเกลือ โปรลามิน (Prolamin) ละลายในแอลกอฮอล์ และกลูเทลิน (Glutelin) ละลายในกรด - ด่าง โปรตีนแต่ละชนิดที่ได้จากการสกัดข้าว จะมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนแตกต่างกัน ซึ่งอัลบูมินมีปริมาณไลซีนสูงที่สุด ตามด้วยกลูเทลิน โกลบูลิน และโปรลามิน โปรตีนในเมล็ดข้าวถือว่ามีคุณภาพทางโภชนาการดีกว่าธัญพืชอื่น เพราะประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด โดยมีปริมาณสูงที่สุด คือ ลิวซีน (Leucine) รองลงมา ได้แก่ วาลีน (Valine) และไลซีน (Lysine) ตามลำดับ

3. ไขมัน (Fat) ไขมันในเมล็ดข้าวจะมีลักษณะเป็นหยดเล็กๆ เป็นองค์ประกอบที่พบมากในคัพภะ ประมาณร้อยละ 1.6 - 2.8 ส่วนอีกร้อยละ 80 จะอยู่ในรำหยาบ และรำละเอียด ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการสกัดน้ำ มันรำข้าว โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมัน ได้แก่ กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid) กรดโอเลอิค (Oleic acid) และกรดลิโนเลอิค (Linoleic acid)

4. วิตามิน (Vitamin) ในข้าวกล้องมีวิตามินมากกว่าข้าวขาว ในเมล็ดข้าวจะมี อัลฟาโทโคฟีรอล (วิตามินอี) และ วิตามินบีสูง โดยวิตามินบี 1 มีอยู่ในข้าวขาวร้อยละ 50 ของวิตามินบีรวม ส่วนไนอาซินจะอยู่ที่เปลือกหุ้มเมล็ดและเยื่ออะลูโรน และในจมูกข้าวมีวิตามินอี ดังนั้น เมล็ดข้าวจึงมีปริมาณของวิตามินบี1, บี2 ไนอาซิน, วิตามินอี และสารอาหารอื่นอย่างเหมาะสม

5. แร่ธาตุ (Mineral) องค์ประกอบของแร่ธาตุในเมล็ดข้าว ขึ้นอยู่กับปริมาณแร่ธาตุในดินในช่วงที่ปลูกข้าว ข้าวกล้องจะมีปริมาณแร่ธาตุสูงกว่าข้าวขาว ส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณผิวนอกของเมล็ด เมล็ดข้าวจะมีแร่ธาตุสำคัญที่พบ ได้แก่ ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโพแทสเซียม โดยฟอสฟอรัสที่พบจะอยู่ในรูปแบบที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวเพียงเล็กน้อย ได้แก่ แคลเซียม คลอรีน ซิลิกอน และเหล็ก ซึ่งปริมาณของเหล็ก และแคลเซียมจะมีน้อยกว่าความต้องการของร่างกายมนุษย์ และแร่ธาตุอื่นๆ ได้แก่ อลูมิเนียม แมงกานีส โซเดียม และสังกะสีจะมีรวมอยู่ในเมล็ดข้าวบ้างเล็กน้อย

ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice)

กรรมวิธีการนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่น่าสนใจ คือ การทำข้าวกล้องงอก (germinated brown rice : GBR) ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้กำลังได้รับความนิยมในหลายประเทศ เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ (functional food) ข้าวกล้องงอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ราคาสูงกว่าข้าวกล้องธรรมดาและข้าวสาร (Shoichi, 2004) และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวกล้องธรรมดาและข้าวสารจึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่องสามารถช่วยเร่งเมตาโบลิซึมของสมอง ป้องกันอาการปวดศีรษะ ป้องกันโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ รักษาระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยลดความดันโลหิต รวมทั้งป้องกันโรค Alzheimer (Shoichi, 2004) ถึงแม้ข้าวกล้องประกอบด้วยไขมัน โปรตีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แต่ข้าวกล้องยังไม่เป็นที่นิยมบริโภคเนื่องจากมีลักษณะเนื้อสัมผัสหยาบและสารอาหารที่อยู่ภายในเมล็ดข้าวกล้องมีปริมาณไม่มากเพียงพอต่อการย่อยและ การดูดซึมของร่างกาย นอกจากนี้ยังหุงรับประทานได้ยาก ส่งผลให้ข้าวกล้องงอกได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น (Kim *et.al*., 2004)

เมล็ดข้าวที่มีการงอกนั้นจะมีเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยแป้ง สารโพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง และโปรตีน ซึ่งทำให้ได้โอลิโกแซคคาไรด์และกรดอะมิโน (Manna *et al*,1995) การสลายตัวของโพลีเมอร์น้ำหนักโมเลกุลสูงระหว่างการงอกจะทำให้เกิดสารชีวภาพ และเป็นการปรับปรุงคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เช่น มีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และกลิ่นเพิ่มขึ้นในข้าวบาร์เลย์ (Beal and Mottram,1993) ข้าวฟ่าง (Subba Rao and Muralikrishna,2002) และข้าวไรซ์ (Karppinnen *et al*, 2000) คุณค่าทางโภชนาการที่มีในข้าวกล้องงอก เปรียบเทียบกับข้าวขัดขาวพบว่าข้าวกล้องงอกมีกาบา มากกว่า 10 เท่า มีเส้นใยอาหาร วิตามินอี ไนอาซิน และไลซีน มากกว่า ประมาณ 4 เท่า และวิตามินบี 1 มากกว่าประมาณ 3 เท่า (Kayahara and Tsukahara, 2000)

ประเทศญี่ปุ่นได้นำข้าวกล้องงอก มาผลิตเป็นอาหารสุขภาพ ทั้งนี้เพราะ ข้าวกล้องงอกอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ ประกอบด้วย วิตามินปริมาณมาก เกลือแร่ เส้นใย และมีองค์ประกอบที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมของร่างกายได้ดีกว่าข้าวกล้องปกติ (Kayahara, 2000) เช่น อินโนซิทอล, กรดเฟอร์ฟูริก, สารกาบา (GABA) , โทโคทรีนอล และ แกมมาออริซานอล (γ-oryzanol) (Graf and Eatom, 1990) และพบว่า ข้าวกล้องงอกมีรสชาติที่ดี เคี้ยวง่ายกว่าการบริโภคข้าวกล้องปกติ ง่ายต่อการทำให้สุก การรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่องมีผลต่อการป้องกันการปวดศรีษะ ลดการท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ รักษาระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยลดความดันโลหิต และป้องกันโรคความจำเสื่อม (Kayahara and Tsukahara, 2000)

การผลิตข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้องที่นำมาผ่านกระบวนการงอกโดยให้รากงอกยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ในระหว่างกระบวนการงอก เอนโดสเปิร์มนิ่มลงและเอ็นไซม์ที่อยู่ในเมล็ดข้าวถูกกระตุ้นทำให้เกิดการสลายวิตามิน แร่ธาตุ และกรดอะมิโน (Shoichi, 2004) มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก

ในการผลิตข้าวกล้องงอกมีวิธีที่ใช้ในการงอกแตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่แล้ววิธีการงอกนิยมนำเมล็ดข้าวมาแช่น้ำ และเปลี่ยนน้ำเป็นระยะๆ จนเมล็ดข้าวอิ่มตัวด้วยน้ำเต็มที่ จากนั้นนำเมล็ดไปใส่ภาชนะหรือห่อด้วยผ้าเพื่อให้เมล็ดงอกในอุณหภูมิประมาณ 35 °c และเพื่อเป็นการควบคุมสภาวะให้เหมาะสมในการงอก (Chavan และ Kadam, 1989) ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับการผลิตในระดับครัวเรือน ทั้งนี้การผลิตข้าวกล้องงอก แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน (Manna *et al*, 1995) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 การแช่ข้าว (soaking process)

เพื่อให้เกิดการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ด และเกิดการกระจายตัวเข้าไปในส่วนต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการงอกของเมล็ด และการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมขององค์ประกอบทางเคมีในเนื้อเมล็ด อัตราการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ด และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำที่แช่ ขนาดของเมล็ด ชนิดและสายพันธุ์ของข้าว เป็นต้น

1.2 การงอก (germination process)

เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารอาหารที่สะสมในเนื้อเมล็ดให้อยู่ในรูปโครงสร้างที่สลายได้ง่าย โดยการทำงานของเอนไซม์ ดังนั้นในขั้นตอนการงอกของเมล็ด จึงมีการผลิตเอนไซม์เบต้าอะไมเลสเป็นหลัก การสร้างเอนไซม์เกิดในส่วนคัพพะ สิ่งที่บ่งบอกว่าเกิดการงอกของเมล็ดคือการเกิดจุดขาวเป็นส่วนของรากเทียม และแทงทะลุส่วน pericarp และ testa ออกมา จากนั้น จึงเกิดการสร้างรากแท้

การปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกเพื่อให้มีลักษณะทางกายภาพที่ดีโดยสามารถนำมาหุงต้มได้ง่ายไม่เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ มีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม ลดการแตกหักของข้าว และมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น สามารถทำได้โดยควบคุมปริมาณน้ำ (water content) และ ใช้

ความร้อนชื้นในการทำแห้ง ซึ่งข้าวกล้องงอกที่ดีนั้นต้องมีปริมาณน้ำประมาณร้อยละ 13-16 ถ้าปริมาณน้ำน้อยกว่าร้อยละ 10 ข้าวจะเกิดการแตกหัก ถ้าปริมาณน้ำมากกว่าร้อยละ 18 จะมีแบคทีเรียและราขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาต่อการเก็บรักษา (Hiromichi *et.al*., 2003)

อย่างไรก็ตาม ข้าวกล้องงอกยังมีปัญหาเนื่องจากมีกลิ่นไม่ดี และเกิดกลิ่นหมักขึ้นในระหว่างกระบวนการการงอก ซึ่งเกิดเนื่องจากเมตาโบลิซึมภายในเมล็ดข้าว และจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ผิวหน้าของเมล็ดข้าวจึงทำให้เกิดการเน่าขึ้น ดังนั้นจึงมีการรายงานการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกทั้งเปลือก โดยนำไปแช่น้ำเกลือก่อน จากนั้นจึงนำไปแช่น้ำธรรมดา และเติมอากาศในระหว่างการงอก (Kim *et.al*., 2004)

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตข้าวงอก

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ดังนี้ ปัจจัยด้านวัตถุดิบได้แก่ พันธุ์ข้าว ขนาดเอมบริโอหรือคัพพะ ระยะเวลาเก็บรักษาข้าวหลังการเก็บเกี่ยว ระดับการสีของเมล็ดข้าว และ ปัจจัยด้านกระบวนการผลิต ได้แก่ อุณหภูมิในการแช่ข้าว ระยะเวลาในการงอกข้าว ความเป็นกรด-ด่าง ชนิดและสารละลายที่ใช้ในกระบวนการแช่ข้าว เป็นต้น (จารุรัตน์, 2550) จากกระบวนการทำข้าวกล้องงอก มีหลายงานวิจัยและแตกต่างสภาวะกันเพื่อหาการเกิดสารอาหารที่เหมาะสมกับชนิดข้าว ดังงานวิจัย ต่อไปนี้ วรรณวิไล (2551) ศึกษาผลของการงอกที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทานของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู โดยทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการงอก 2 ปัจจัย คือ (1) เวลาที่ใช้ในการแช่ของข้าวกล้องหอมมะลิ (6 และ 12 ชั่วโมง) และข้าวกล้องมันปู (12 และ 24 ชั่วโมง)และ (2) เวลาที่ใช้ในการเพาะของข้าวกล้องหอมมะลิ (0,6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง) และข้าวกล้องมันปู (0, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง) ผลการศึกษาสำหรับข้าวทั้งสองชนิด พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาการแช่และระยะเวลาการเพาะเมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้นมีการขยายตัวทางด้านกว้างมากกว่าด้านยาว และขยายเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการแช่และการเพาะ เมล็ดข้าวงอกมีปริมาณเอนไซม์ แอลฟา - อะไมเลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก และค่าการสลายตัวในด่างเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณโปรตีน ปริมาณอะไมโลส ค่าความแข็งของข้าวหลังการหุงสุก ระยะเวลาในการหุงสุก และเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการงอกของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆ ของข้าวกล้อง โดยมีแนวโน้มช่วยปรับปรุงคุณภาพการรับประทานให้ดีขึ้น

Watanabe *et al*., (2004) พบว่า ข้าวกล้องพันธุ์ Koshihikari ที่เพาะงอกอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ใช้เวลาแตกต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณกรดอะมิโนในข้าวกล้องงอกต่างกันด้วย ทั้งนี้ระยะเวลาการแช่งอกนาน 24 ชม. จะเพิ่มปริมาณ GABA เท่ากับ 13 มิลลิกรัม/100 กรัม ส่วน จารุรัตน์ (2550) พบว่าข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5 มีปริมาณ GABA สูงสุด แต่เมื่อนำข้าวมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ และเวลาต่างกันกลับพบว่าข้าวที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 8 ชม. มีปริมาณ GABA สูงสุด และสูงกว่าการแช่ด้วยสารละลาย pH 5 ส่วนการเพาะงอกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 36 ชม. ให้ปริมาณ GABA สูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม 9.2 เท่า

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการงอก

ในระหว่างการแช่น้ำเมล็ดธัญพืชดูดซับน้ำทำให้ metabolic activity เพิ่มขึ้น ในระหว่างนี้เกิดการไฮเดรชั่น และมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบเชิงซ้อนทางชีวเคมีทำให้เกิดการงอกตามมา ซึ่งองค์ประกอบทางเคมี เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ถูกเอนไซม์ย่อยสลายไปเป็นสารโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งนำไปใช้สร้างสารประกอบใหม่หรือเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประเภทอื่นเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต โดยน้ำและออกซิเจนถูกนำไปใช้ในกระบวนการเผาผลาญเพื่อการเจริญของเมล็ด การเปลี่ยนแปลงสารอาหารที่พบในระหว่างกระบวนการงอกนั้น โมเลกุลส่วนใหญ่แล้วเกิดจากแตกสลายของสารประกอบเชิงซ้อนไปเป็นสารเดี่ยว และเกิดการเปลี่ยนสภาพไปเป็นสารประกอบที่จำเป็นในการเจริญเติบโต (Chavan and Kadam,1989) การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการงอกนั้น ได้แก่

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้ง (dry matter change)

น้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลงในระหว่างการแช่น้ำและเกิดการงอกตามมา จากการทดลองพบว่าการงอกของข้าวสูญเสียน้ำหนักแห้งร้อยละ 20-25 (Fukai and Nikumi, 1956) และจากงานวิจัยของ Pathirana *et.al*.,1988 รายงานถึงอิทธิพลของการแช่น้ำและการงอกต่อการสูญเสียน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.2-19.5 ในเวลาการแช่น้ำ 10 ชั่วโมง ซึ่งสาเหตุที่มีการสูญเสียน้ำหนักแห้งนั้นเกิดจากในเมล็ดที่กำลังงอกต้องการพลังงานไปใช้สำหรับการเพิ่ม metabolic activity ซึ่งพลังงานที่ต้องการบางส่วนนั้นได้มาจากการย่อยสลายและการออกซิเดชั่นแป้ง มีผลทำให้เกิดการลดลงของน้ำหนักแห้งในเมล็ดระหว่างการงอก

การเปลี่ยนแปลงโปรตีน (protein change)

จากรายงานการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน พบว่าอาจมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนในขณะที่บางรายงานพบว่าโปรตีนลดลง และมีเพียง 2-3 รายงานการทดลองที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของโปรตีนในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ การทดลองของ Dalby and Tsai (1976) พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนในข้าวหลังจากการงอก 5 วันที่ อุณหภูมิ 20 °c และมีการเพิ่มขึ้นของโปรตีนในข้าวฟ่างหลังการงอก 3-10 วัน การงอกทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 14-40 โดยการเพิ่มปริมาณโปรตีนนั้นเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งคาร์โบไฮเดรตรวมไปถึงการหายใจในระหว่างการงอก มีบางรายงานการทดลองพบว่าการสูญเสียปริมาณโปรตีนเล็กน้อยในข้าวสาลีที่แช่น้ำ 10 °c เป็นเวลา 2 วัน และใช้เวลาการงอก 8 วัน (Hwang and Bushuk, 1973) นอกจากนี้ยังพบว่าการแช่เมล็ดข้าวฟ่างเป็นเวลา 10-30 ชั่วโมงที่ 25 °c และใช้เวลาการงอก 7 วัน ปริมาณโปรตีนไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาการแช่เมล็ดนานขึ้น หรือจนเมล็ดงอกมีการลดลงของปริมาณโปรตีน (Bhise *et.al*., 1988) ซึ่งการลดลงของปริมาณโปรตีนเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนในระหว่างการแช่น้ำและการเจริญของเมล็ดนอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกับปริมาณโปรตีนในเมล็ดธัญพืชที่งอกนั้นอาจขึ้นกับ สายพันธุ์ อุณหภูมิ การงอก วิธีที่ใช้ในการงอก ความถี่ในการเปลี่ยนน้ำและ เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพืช (Chavan and Kadam, 1989)

โปรตีนที่สะสมในเมล็ดธัญพืชแบ่งได้เป็น อัลบูมินละลายในน้ำ โกลบูลินละลายในเกลือ โปรลามินละลายในแอลกอฮอล์ กลูเตลินละลายในกรดและด่าง ส่วนโปรตีนที่ไม่ละลายในน้ำเช่น โปรลามิน และ กลูเตลิน เป็นโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดมากกว่าร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมด (Kent Jones and Amos, 1967) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีนที่สะสมในเมล็ดธัญพืชนั้นบางส่วนถูกไฮโดรไลซ์โดย proteolytic enzyme ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของโปรตีนที่ละลายในน้ำ และกรดอะมิโนอิสระ (Pathirana *et.al*., 1983) แต่อย่างไรก็ตาม Hwang and Bushuk, (1973) พบการลดลงของโปรตีนที่ละลายน้ำในเมล็ดข้าวสาลีที่แช่น้ำ 10 °C เวลาการงอก 2 วัน ซึ่งให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองในข้าวบาร์เลย์ที่แช่น้ำจนถึงวันที่ 2 ของการงอกโดยการลดลงของโปรตีนนั้นเป็นผลมาจากความสามารถในการละลายของโปรตีนในระหว่างการแช่น้ำ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามิน (changes in vitamins)

เมล็ดธัญพืชเป็นแหล่งของวิตามินบีที่สำคัญ ดังนั้นกระบวนการงอกทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของวิตามินบีจากรายงานการทกลองของ Lemer and Swanson (1976) พบว่าปริมาณวิตามินบี 1 (thiamin) ในข้าวสาลีที่ผ่านการงอกมีมากกว่าในข้าวสาลีที่ไม่ผ่านการงอก โดยข้าวสาลีที่ผ่านการงอกเป็นแหล่งของวิตามินบีที่สำคัญและยังมี pro-vitamin A วิตามิน D และวิตามิน E อีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าการ malting ของข้าวฟ่าง ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ riboflavin, thiamin, ascorbic acid, carotene และ tocopherol (Opuhu *et.al*., 1981) โดยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินต่างๆ นั้นเป็นผลมาจากชนิดของธัญพืช สายพันธุ์คุณภาพของเมล็ด เวลาการแช่ และสภาวะการงอก

ข้าวนึ่ง (Parboiled Rice)

ข้าวนึ่ง คือ การนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำจนอิ่มตัวแล้วนำไปอบด้วยไอน้ำ จากนั้นทำให้แห้งเพื่อจะนำ ไปสีเอาเปลือกออก ในระหว่างการดำเนินตามกรรมวิธีนี้โครงสร้างของเซลล์ ในเมล็ดข้าวจะถูกเปลี่ยนไป โดยเซลลูโลสของผนังเซลล์เล็กๆ จะถูกทำลาย ส่วนที่เป็นแป้งจะเปลี่ยนสภาพเป็นสารเดกซ์ทริน (dextrinization) กลายเป็นมวลผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกัน จับตัวกัน แต่ละปีไทยส่งข้าวนึ่งออกประมาณ 700,000-1,000,000 เมตริกตัน มูลค่า 18,000-22,000 ล้านบาท หรือร้อยละ 20 ของมูลค่าการส่งออกข้าวทั้งหมดของไทย โดยยุโรปตะวันตกบริโภคข้าวนึ่ง ร้อยละ 40 ประเทศที่สั่งซื้อข้าวนึ่งจากไทยได้แก่ประเทศ ในแถบอัฟริกา และตะวันออกกลาง เช่น โซมาเลีย ไนจีเรีย ซาอุดิอาระเบีย เยเมน โอมาน คูเวต เลบานอน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอีกหลายประทศใน ยุโรป อเมริกา ข้าวนึ่งคุณภาพดีของไทยยังมีโอกาสพัฒนาได้อีกมาก เพราะต้นทุนข้าวเปลือกไทยราคาถูกกว่าสหรัฐ ในปี พศ. 2553 ประเทศไทยส่งออกข้าวนึ่ง เท่ากับ 3.17 ล้านตัน โดยส่งไปยังประเทศบังคลาเทศ อินโดนีเซีย อิหร่าน (กรมการข้าว. 2553) ทั้งนี้ข้าวนึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น วิตามินบี วิตามินอี เถ้า โพแทศเซียม ฟอสฟอรัส สูงกว่าข้าวสาร (Heinemann *et al*., 2007) ดังนั้นข้าวนึ่ง จึงนับเป็นผลิตภัณฑ์ที่ควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอย่างยิ่ง

วิธีทำข้าวนึ่งได้มีการพัฒนาเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น ได้แก่

วิธีที่หนึ่ง คือ Cold soaking method หรือ Single boiling method คือ แช่ข้าวในถังน้ำเย็นธรรมดาโดยใช้ถังซีเมนต์ขนาดใหญ่ มีการหมุนเวียนน้ำ ตลอดเวลา เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตามด้วยนำข้าวเปลือกที่แช่แล้วไปต้มอุณหภูมิน้ำเดือด 2 ชั่วโมง ขณะต้มให้คนตลอดเวลาหรือทุก 20 นาที แล้วนำไปทำแห้งโดยตากแดด

วิธีที่สอง คือ Double boiling method พัฒนาจากวิธีแรก โดยครั้งแรกแช่ข้าวเปลือกในน้ำอุ่น (60°C) เพื่อให้แบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่น ๆ ตาย จากนั้นลดอุณหภูมิเหลือ 30-40°C เพื่อให้สปอร์ของจุลินทรีย์ต่าง ๆ เกิดขึ้นมาอีกครั้ง แล้วจึงนำไปต้มฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดจริง ๆ จากนั้นก็นำไปทำให้แห้ง วิธีนี้ช่วยลดกลิ่นลงสีข้าวเป็นสีเหลืองแดงแทนน้ำตาลคล้ำ และไม่เหม็นหืน

ข้อดีของข้าวนึ่ง

1. เพิ่มผลผลิต เนื่องจากมีความแข็งสูงกว่าข้าวเปลือก ทำให้ไม่แตกหักมากเวลานำไปสีเอาเปลือกออก ปกติอัตราส่วนการแตกหักข้าวเปลือก : ข้าวนึ่ง = 6:1
2. ลดการเสียวิตามิน ปกติวิตามินในข้าวเป็นชนิดละลายน้ำได้และ อยู่ชั้นนอกของเมล็ด ระหว่างนำมาแช่น้ำและต้ม วิตามินจะละลายและถูกดูดซับ แล้วเปลี่ยนสภาพผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกับเมล็ดข้าว
3. เก็บได้นานกว่า โดยขณะที่นึ่งต้องให้ความร้อนสูง จุลินทรีย์จะถูกทำลาย นอกจากนี้ยังมีการควบคุมความชื้นในระบบการทำแห้งด้วย
4. คุณภาพเชิงรูปร่างเป็นที่ดึงดูดใจ เพราะเมล็ดข้าวสามารถทน ความร้อนในการหุงต้มได้สูง เมล็ดไม่เหนียวติดกัน
5. กลิ่นและสีของข้าวสารนึ่งจะดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

กรรมวิธีการทำข้าวนึ่ง

1. การแช่ (Soaking หรือ Steeping) นำข้าวเปลือกมาแช่น้ำให้มีความชื้นประมาณ 30-40% เพื่อให้แป้งอ่อนตัวลง น้ำที่แช่อาจเป็นน้ำเย็นหรือน้ำร้อนก็ได้ เวลาของการแช่ขึ้นอยู่กับน้ำ น้ำเย็นใช้เวลาแช่ 2-3 วัน น้ำอุ่นหรือน้ำร้อน เวลาการแช่ลดลง
2. การต้มหรือนึ่ง (Steaming) นำข้าวเปลือกขึ้นจากขั้นตอนแรกมาต้มหรือนึ่งให้สุก เพื่อให้แป้งภายในเมล็ดมีลักษณะเป็นวุ้น (gelatinize) สังเกตจากข้างนอกจะเห็นเปลือกเมล็ดข้าวปริมาณเล็กน้อย
3. การทำให้แห้ง (Drying) หลังจากต้มหรือนึ่งแล้วข้าวเปลือกจะถูกนำไปทำให้แห้งซึ่งอาจจะใช้ตากแดดธรรมดา หรือผ่านเครื่องอบแห้งก็ได้ การทำแห้งมีจุดประสงค์เพื่อลดความชื้นให้เหลือ 12-14% โดยอาจใช้หม้ออบแบบหมุน (rotary dryer) หม้ออบแบบลอยตัว (float dryer) หม้ออบแบบหมุนชนิดใช้สุญญากาศ (rotary vacuum dryer) หรือผึ่งในอากาศโล่งบนลานตากข้าว การทำแห้งจะต้องใช้อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ (สูงกว่าอุณหภูมิของ?อากาศแวดล้อมเล็กน้อย) เพื่อป้องกันการเกิดการแตกหักของเมล็ดข้าว ปกติการอบแห้งจะใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง ขึ้นกับลักษณะของหม้ออบแห้ง

4. สีข้าวเอาแกลบออก การที่จะทำให้ปริมาณที่แตกหักของเมล็ดข้าว ลดต่ำลงขึ้นกับระบบสีข้าวที่มีประสิทธิภาพ
5. อบแห้งเมล็ดข้าวขั้นสุดท้าย เมล็ดข้าวที่นำมาสีจะมีความชื้น ประมาณร้อยละ 15 ในระบบเครื่องสีข้าวจะติดตั้งหออบเมล็ดข้าวที่สีแล้ว ตรงทางออกเพื่อลดความชื้นลงเป็นร้อยละ 12-13 เพื่อให้สามารถเก็บรักษา ได้นาน

คุณภาพข้าวนึ่ง

ข้าวนึ่งคุณภาพดี พิจารณาจากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. สี ควรเป็นสีเหลืองอ่อน หรือน้ำตาลอ่อน
2. กลิ่น เมื่อหุงสุกแล้วควรมีกลิ่นน้อยที่สุด
3. คุณภาพการสี สีได้เนื้อ มีข้าวหักน้อย
4. ลักษณะเมล็ด ใส แกร่ง ไม่มีท้องไข่ ขนาดรูปร่างเมล็ดเหมือนข้าวธรรมดา
5. ลักษณะข้าวสุก เมื่อหุงสุกแล้วเมล็ดร่วนไม่ติดกัน

กรรมวิธีการทำข้าวนึ่ง (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

1. การแช่ (Soaking) นำข้าวเปลือกมาแช่น้ำให้มีความชื้นประมาณ 30-40% เพื่อให้แป้งอ่อนตัวลง น้ำที่แช่อาจเป็นน้ำเย็นหรือน้ำร้อนก็ได้ เวลาของการแช่ขึ้นอยู่กับน้ำ น้ำเย็นใช้เวลาแช่ 2-3 วัน น้ำอุ่นหรือน้ำร้อน เวลาการแช่ลดลง
2. การต้มหรือนึ่ง (Steaming) นำข้าวเปลือกขึ้นจากขั้นตอนแรกมาต้มหรือนึ่งให้สุก เพื่อให้แป้งภายในเมล็ดมีลักษณะเป็นวุ้น (gelatinize) สังเกตจากข้างนอกจะเห็นเปลือกเมล็ดข้าวปริมาณเล็กน้อย
3. การทำให้แห้ง (Drying) อาจจะใช้ตากแดดธรรมดา หรือผ่านเครื่องอบแห้ง เพื่อลดความชื้นให้เหลือ 12-14% ป้องกันการเกิดการแตกหักของเมล็ดข้าว ปกติการอบแห้งจะใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง
4. สีข้าวเอาแกลบออก และอบแห้งเมล็ดข้าว จนเหลือความชื้นร้อยละ 12-13 เพื่อให้เก็บรักษาได้นาน

การทำข้าวงอกนึ่ง

น้ำฝนและอรอนงค์ (2546) แปรรูปข้าวเปลือกนึ่งโดยข้าวพันธุ์ชัยนาท โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคือ การแช่ข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 70°C นาน 3 ชั่วโมง แล้วนึ่งข้าวเปลือกด้วยไอน้ำที่ความดัน 121 °C เวลา 10 นาที จากนั้นนำข้าวเปลือกนึ่งลดความชื้นที่อุณหภูมิ 120 °C จนเหลือ 16 เปอร์เซ็นต์ พักข้าวไว้ 1 วัน ก่อนลดความชื้นต่อจนเหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปสีเป็นข้าวนึ่ง

คุณภาพของเมล็ดข้าว

1. คุณภาพของเมล็ดทางกายภาพ หมายถึงคุณสมบัติต่างๆ ของเมล็ดข้าวที่สามารถมองได้ด้วยตาเปล่า หรือชั่ง ตวง วัด ได้ เช่น สีของข้าว ขนาด รูปร่างและน้ำหนักเมล็ด รวมถึงความชื้นของเมล็ดข้าว ทั้งนี้ความชื้นมีผลต่ออายุการเก็บรักษา ถ้าเมล็ดข้าวมีความชื้นสูงทำให้เชื้อราและจุลินทรีย์เติบโตได้ ข้าวจะเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ประเทศไทยกำหนดความชื้นในเมล็ดข้าวไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ (งามชื่น, 2538)

น้ำหนักเมล็ด ได้แก่ น้ำหนักต่อปริมาณ เช่น กรัม/ลิตร หรือกิโลกรัม/ถัง และน้ำหนักต่อจำนวนเมล็ด เช่น น้ำหนัก 100 เมล็ด หรือน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นต้น น้ำหนักเมล็ดเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้จำแนกพันธุ์ข้าว

สีของเมล็ดข้าวเปลือก เป็นลักษณะประจำพันธุ์ สมัยก่อนใช้ในการตั้งชื่อพันธุ์ข้าว เช่น ขาวพวง ขาวนางเนย เนื่องจากเปลือกมีสีฟางหรือสีขาว เป็นต้น

สีข้าวกล้อง การกะเทาะเปลือกข้าวออกจะพบข้าวกล้องที่มีสีขาว หรือ ข้าวบางพันธุ์มีข้าวกล้องสีแดงหรือสีม่วงจนเกือบดำ ข้าวกล้องมีสีมักนิยมบริโภคเพื่อเป็นอาหาร

ขนาดรูปร่างเมล็ด เป็นลักษณะ ที่นักปรับปรุงพันธุ์ใช้ในการจำแนกพันธุ์ข้าว ขนาดรูปร่างเมล็ด หมายถึง ความยาว ความกว้าง และความหนาของเมล็ด

ความยาวของเมล็ด หมายถึงระยะทางจากปลายยอดสุดเมล็ดถึงโคนเมล็ด

ความกว้างของเมล็ด หมายถึงระยะทางส่วนที่กว้างที่สุดของเมล็ดระหว่างเปลือกใหญ่ (Lemma) ถึงเปลือกเล็ก (Palea)

ความหนาของเมล็ด หมายถึงระยะทางที่มากที่สุดระหว่างเปลือกด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง

การเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้อง ข้าวสาร และข้าวเปลือก สามารถจำแนกรูปร่างของเมล็ดข้าวออกเป็น 3 แบบ คือ เรียว ปานกลาง ป้อม

2. คุณภาพของเมล็ดทางเคมี หมายถึง คุณสมบัติและส่วนประกอบต่างๆ ของเมล็ดที่มีผลต่อคุณภาพการหุงต้มโดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้นนุ่ม เหนียวหรือร่วนขึ้นหม้อ และมีผลต่อการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ชนิดและปริมาณของแป้ง โปรตีน ไขมัน และกลิ่นหอม เป็นต้น
คุณภาพทางเคมีกายภาพของข้าว มีความสำคัญต่อการทดสอบและประเมินคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ความคงตัวของแป้งสุก ปริมาณอะมิโลส อุณหภูมิในการเกิดเจล การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก คุณสมบัติทางด้านความหนืด เป็นต้น

1) ปริมาณอมิโลส (Apparent amylose - content) ปริมาณอะมิโลส เป็นองค์ประกอบของสตาร์ช เกิดจากน้ำตาลกลูโคสเรียงต่อกันเป็นสายโซ่ตรง มีผลช่วยเพิ่มความแข็งแรงแก่โครงสร้างสตาร์ช และช่วยลดการพองตัวของเม็ดสตาร์ชด้วย แป้งข้าวจะมีอะมิโลเปคตินเป็นองค์ประกอบหลักและอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง โดยทั่วไปมักนิยมแบ่งประเภทข้าวโดยกล่าวถึงอะมิโลสเป็นหลักสำคัญ อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเปคติน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ข้าวที่มีอะมิโลสสูง ในระหว่างการหุงต้มจะดูดน้ำได้มากกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ ปริมาณอะมิโลสทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลง หรือร่วนมากขึ้น ข้าวที่มีอะมิโลสสูงเมื่อหุงต้มสุก จึงร่วนกว่าและแข็งกว่า

ข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ (0-2%) เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุก จะเหนียวมาก ส่วนข้าวเจ้า เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกจะแตกต่างกัน แบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

- ข้าวอะมิโลสต่ำ เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลส 10 – 19 % เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกจะนุ่มเหนียว เช่นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ข้าวสังข์หยดพัทลุง ฯลฯ
- ข้าวอะมิโลสปานกลาง เป็นข้าวที่มะอมิโลส 20– 25 % เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกค่อนข้างนุ่มเหนียวเล็กน้อย เช่น สุพรรณบุรี 60 ขาวปากหม้อ เข็มทอง เล็บนกปัตตานี ไข่มดริ้น ฯลฯ
- ข้าวอะมิโลสสูง เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลส มากกว่า 25% เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกจะร่วนค่อนข้างแข็ง เช่น ข้าวนางพญา 132 เฉี้ยงพัทลุง ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 90 ปราจีนบุรี 1 ฯลฯ

ปริมาณอะมิโลสจะวิเคราะห์โดยทำปฏิกิริยาสตาร์ชข้าวกับสารละลายไอโอดีน และวัดความเข้มสีที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับอะมิโลสมาตรฐาน (Juliano, 1971)

2) ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสเท่ากันเมื่อหุงต้มอาจจะมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากัน ทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน เมื่อหุงสุกข้าวที่ได้จะมีความนุ่มกว่าข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง การวิเคราะห์ค่าความคงตัวของแป้งสุกวัดได้จากระยะทางที่แป้งสุกเย็นไหล แบ่งออกได้ 3 ประเภทดังนี้

ความคงตัวของแป้งสุกแข็ง (Hard)	ระยะทางที่แป้งไหล 26 – 40 มิลลิเมตร
ความคงตัวของแป้งสุกปานกลาง (Medium)	ระยะทางที่แป้งไหล 41 – 60 มิลลิเมตร
ความคงตัวของแป้งสุกอ่อน (Solf)	ระยะทางที่แป้งไหล 61–100 มิลลิเมตร

หรืออาจแบ่งความคงตัวของแป้งสุก ได้อีกแบบ ดังนี้คือ แป้งข้าวสุกแข็ง แป้งข้าวสุกค่อนข้างแข็ง แป้งข้าวสุกปานกลาง และแป้งข้าวสุกอ่อน โดยการวัดระยะทางที่แป้งไหล เมื่อน้อยกว่า 35 มม. จัดเป็นแป้งข้าวสุกแข็ง และมากกว่า 60 มม. จัดเป็นแป้งข้าวสุกอ่อน ทำการวิเคราะห์โดยการต้มแป้ง 100 มก.ให้ใส เติมสารละลาย 0.2 N KOH ปริมาตร 2 มล. ต้มนาน 8 นาที ทำให้เย็นและวัดระยะทางที่แป้งไหล

3) อุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization temperature) เป็นอุณหภูมิที่ทำให้แป้งกลายเป็นเจล อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการหุงต้ม โดยทั่วไป การหุงต้มข้าวจะใช้เวลา 13-24 นาที ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะใช้เวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ

4) การสลายเมล็ดในด่าง วิเคราะห์โดยแช่เมล็ดข้าว 10 เมล็ดในสารละลาย 1.7% KOH และประเมินค่าการสลายในด่างภายหลังการแช่ 23 ชั่วโมง พบว่าถ้าระดับการกระจายตัวสูงทำให้เวลาในการหุงต้มน้อยกว่าระดับการกระจายตัวต่ำ

5) อัตราการยืดตัวของข้าวสุกต่อข้าวดิบ ระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวขยายออกรอบด้านโดยเฉพาะด้ายยาว พันธุ์ข้าวที่อัตราการยืดเมล็ดข้าวสุกมากทำให้ข้าวสุกไม่เหนียวติดกัน เนื้อภายในโปร่งขึ้น ไม่อัดแน่น และช่วยให้ข้าวนุ่มมากกว่า จึงจัดเป็นข้าวที่หุงขึ้นหม้อ (งามชื่น, 2531)

6) กลิ่นหอม เป็นลักษณะประจำพันธุ์ กลิ่นหอมของข้าวเกิดจากภายในเมล็ดมีสาร 2-acetyl-1-pyrroline ในปริมาณแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ ข้าวหอมจะมีปริมาณสารนี้ 0.04-0.09 ไมโครกรัม/กรัม

7) โปรตีน (Protein content) โปรตีนจะเป็นตัวขัดขวางการดูดซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว มีส่วนทำให้ระยะเวลาการหุงสุกนานขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดแกร่งขึ้น ขัดสีออกได้ยาก

ข้าวที่มีโปรตีนสูงอาจจะมีสีคล้ำกว่าข้าวที่มีโปรตีนต่ำ ข้าวที่มีโปรตีนสูงจะทำให้ความเหนียวของข้าวลดลงด้วย ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวโดยเฉลี่ยร้อยละ 8 มากเป็นอันดับสองรองจากคาร์โบไฮเดรต โปรตีนส่วนใหญ่เป็นกลูเตลิน มีมากว่าร้อยละ 80 เป็นโปรตีนที่ละลายในด่าง การเพิ่มปริมาณโปรตีนส่งผลให้ปริมาณกลูเตลินเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์หากรดอะมิโนระหว่างข้าวเจ้าและข้าวเหนียวพบว่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ยีนข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวไม่มีผลต่อโครงสร้างของโปรตีน (Juliano, 1972)

8) คาร์โบไฮเดรท ข้าวมีคาร์โบไฮเดรทร้อยละ 75-80 ซึ่งอยู่ในรูปแป้ง (Starch) ที่เหลืออีกเล็กน้อยเป็นน้ำตาลซูโครส (Sucrose) และเด็กซ์ตริน (Dextrin) คาร์โบไฮเดรทที่ได้จากข้าวนี้ร่างกายสามารถย่อยและนำไปใช้เป็นพลังงานได้เกือบทั้งหมด

9) ไขมัน เป็นไขมันที่มีคุณภาพดี เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง ช่วยในการควบคุมระดับคอเรสเตอรอลในเส้นเลือดและช่วยในการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ ไขมันในเมล็ดข้าว เมื่อผ่านกรรมวิธีการขัดสีจะหลุดไปอยู่ในส่วนของรำเกือบหมด มีติดเมล็ดเพียงร้อยละ 1-3 เท่านั้น

10) วิตามินและเกลือแร่ในข้าว จะอยู่ที่เยื่อหุ้มเมล็ดและที่จมูกข้าวหรือคัพภะ วิตามินที่พบมาก คือ บี 1 บี 2 และไนอาซีน ช่วยในการควบคุมการทำงานของระบบประสาท ส่วนเกลือแร่ที่พบในข้าวคือ เหล็ก ช่วยในการสร้างเมล็ดเลือดแดง และฟอสฟอรัสที่ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน วิตามินและเกลือแร่ในข้าวจะหลุดออกไปเกือบหมดในระหว่างการขัดสีจนเป็นข้าว เมล็ดข้าว ดังนั้น เพื่อให้ได้วิตามิน และเกลือแร่จากข้าว จึงควรเลือกบริโภคข้าว ประเภทข้าวนึ่งก่อนสี หรือข้าวที่ผ่านการขัดสีเพียงเล็กน้อย เช่น ข้าวซ้อมมือ หรือข้าวกล้อง

การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าว

ทำได้ 3 วิธี คือ

1. การขัดสีข้าวให้ชั้นรำข้าวออกไปน้อยลง (under milling) เพื่อรักษาคุณค่าทางโภชนาการต่าง ๆ ที่มีในชั้นรำข้าว แต่วิธีนี้อายุการเก็บรักษาข้าวจะสั้นลงเพราะเกิดการออกซิเดชันได้ง่ายจากไขมันที่คงเหลืออยู่มากในชั้นรำข้าว และมีกลิ่นหืน

2. การทำเป็นข้าวนึ่ง (Parboiled rice) โดยการแช่ข้าวเปลือกในน้ำ น้ำไปนึ่งแล้วทำให้แห้งสีเอาเปลือกออกเป็นข้าวสาร ข้าวนึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวธรรมดา เพราะการนึ่งทำให้สตาร์ชภายในเมล็ดข้าวเกิดเจลาติไนเซชัน ทำให้สารอาหารกระจายเข้าไปในเมล็ดข้าวและคงอยู่ อีกทั้งยังช่วยลดการแตกหักของเมล็ดข้าวในระหว่างการขัดสี แต่มีข้อเสียคือ ข้าวนึ่งมักมีกลิ่นและสีเหลืองทองไม่ถูกใจผู้บริโภค การนึ่งที่ผ่านการขัดสีแล้วจะมีปริมาณไทอะมีน และไนอะซินมากกว่าข้าวสารปกติ 2-4 เท่า

3. การเติมวิตามินและเกลือแร่จากการสังเคราะห์ลงในข้าวขัดขาว เรียกว่า พรีมิกซ์ เป็นการผลิตเมล็ดข้าวขัดขาวที่มีความเข้มข้นของสารอาหารสูง เพื่อนำไปผสมกับข้าวขาวปกติในอัตราส่วนที่เหมาะสม

สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายสิ่งมีชีวิต มีการจำแนกได้หลายกลุ่ม คือกลุ่มเอนไซม์ (enzyme) เช่น catalase, glutathione peroxidase และ superoxide dismutase รวมทั้งสารกลุ่มโปรตีนหรือสารประกอบโปรตีนบางอย่างเช่น glutathione, urate, bilirubin, ubiquinol, albumin, ceruloplasmin และ transferrin เป็นต้น สารเหล่านี้ทำหน้าที่ในการควบคุมอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับที่สมดุลแต่หากมีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นในปริมาณที่มากเกินกว่าที่ระบบป้องกันจะยับยั้งได้หมด ทำให้ส่งผลต่อสภาวะ oxidative stress ซึ่งทำให้อนุมูลอิสระทำอันตรายต่ออวัยวะและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย หากมีการสะสมในปริมาณมากอาจนำไปสู่ความผิดปกติหรือพยาธิสภาพหลายอย่าง เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรค Parkinson โรค Alzheimer ไขข้ออักเสบ และต้อกระจก เป็นต้น (Ames *et.al.,* 1993) อนุมูลอิสระ มีที่มาทั้งแหล่งภายนอกร่างกาย และแหล่งภายในร่างกาย แต่ร่างกายก็มีกลไกที่จะกำจัด อนุมูลอิสระ เหล่านี้โดย 2 วิธี คือ ใช้เอนไซม์ต่างๆ ในร่างกาย เช่น Superoxide dismultase และไม่ใช้เอนไซม์ ได้แก่ วิตามิน อี เบตาคาโรทีน และวิตามิน ซี ในสิ่งมีชีวิตมีการควบคุมอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น เรียก antioxidant defense system เพื่อรักษาสมดุลของอนุมูลอิสระภายในร่างกาย สารที่ทำหน้าที่ในระบบกำจัดอนุมูลอิสระเรียกว่า สารต้านออกซิเดชัน (antioxidants) ทำหน้าที่ในการควบคุมอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับที่สมดุล หากอนุมูลอิสระเกิดขึ้นมากเกินกว่าที่ระบบป้องกันจะยับยั้งได้หมดทำให้เกิดสภาวะ oxidative stress มีผลให้อนุมูลอิสระเข้าทำอันตรายต่ออวัยวะและเนื้อเยื่อในร่างกายจนนำไปสู่ความผิดปกติได้ (Ames และคณะ,1993)

จากการศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารประกอบกลุ่มแทนนิน (tannins) หรือกลุ่ม polyphenols โดยเฉพาะกลุ่มแซนโทนิน (xanthones) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งพบในสารหลายชนิดสามารถออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดี ทั้งการทดลองในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลอง (Rice-Evans และคณะ, 1996) นอกจากนี้ยังมีรายงานการสังเคราะห์สารกลุ่ม phenolic propyl gollate, 2-butylated hydroxyanisole, 3-butylate hydroxyanisole, butylated hydroxytoluene และ tertiary butyhydroquinone ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน ถึงแม้ว่าสารสังเคราะห์ดังกล่าวมีประสิทธิ์ภาพและความคงตัวสูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชา ติแต่ประสบกับปัญหาด้านความปลอดภัยในการบริโภค (Yang และคณะ, 2000) ซึ่งแตกต่างจากสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่มีความเชื่อมั่นว่ามีความปลอดภัยในการบริโภค สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้สามารถพบได้ทั่วไปในจุลชีพ สัตว์ และพืช โดยเฉพาะกลุ่ม polyphenols เช่น แซนโทนและฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารที่มีหมู่ aromatic hydroxyl ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไปเป็นหมู่ฟังก์ชั่น ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการดักจับอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ (Van Acker และคณะ, 2000)

วิธีการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ

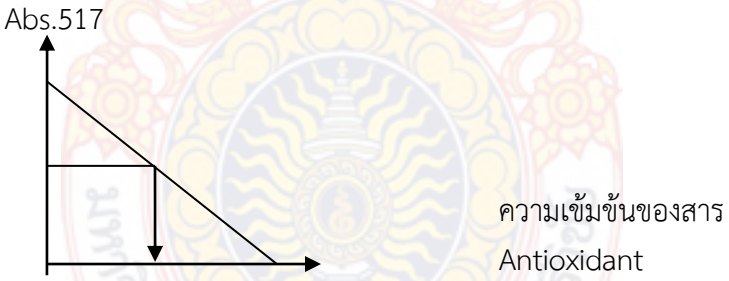
การตรวจวัดกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถทำได้หลายวิธี โดยที่ทุกวิธีต้องระบบของอนุมูลอิสระ (Free radical) และสารตั้งต้น (Substrate) ที่จะถูกเปลี่ยนแปลงไปโดยวิธีการ

กระทำของอนุมูลอิสระ ขึ้นอยู่กับการเลือกชนิดของตัวกำเนิดอนุมูลอิสระ และชนิดของตัวตรวจวัดอนุมูลอิสระ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นในกรณีที่มีและไม่มีสารตั้งต้นการเกิดออกซิเดชัน และความแตกต่างของการเกิดออกซิเดชัน ณ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของสารต้านการเกิดออกซิเดชัน ทำให้สามารถบอกถึงความสามารถที่แตกต่างกันของสารต้านการเกิดออกซิเดชันชนิดต่างๆ ได้ สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระนิยมใช้ 2 วิธีขึ้นไป เพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิผลของการวิเคราะห์ (ประสาร, 2547)

1. วิธี DPPH (Leong and Shui, 2002)

DPPH เป็นอนุมูลอิสระที่เสถียรและมีสีม่วง มีค่าการดูดกลืนแสงในช่วง 515-517 นาโมเมตร เมื่ออนุมูลอิสระ DPPH ได้รับอิเล็กตรอนจะกลับคืนสู่สภาพปกติซึ่งมีสีเหลือง DPPH เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการประเมินกิจกรรมของสานต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่มีคุณสมบัติในการจับอนุมูลอิสระที่ถูกกระตุ้นด้วย Chain-breaking mechanism เช่น สารประกอบ ฟีนอลิคและวิตามินซี (Niki, 1987; Lu and Foo, 2000) นิยมใช้วิธีกันมาก เนื่องจากความคงตัวของ DPPH ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้ อีกทั้งใช้เวลาน้อยในการทดลอง (ประสาร, 2547)

การคำนวณค่า IC_{50} (Inhibitory concentration at 50%) ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH assay และHydroxyl radical scavenging ทำได้โดยสร้างกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y) กับค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (แกนX) ได้สมการส้นตรงที่ใช้ทำนายค่า IC_{50} หรือสามารถหาความเข้มข้นที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระเป็นครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุด (50%) (ประสาร, 2547)



การหาค่า IC_{50} (ความเข้มข้นในการยับยั้งร้อยละ 50) ที่มา : (ประสาร, 2547)

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า IC_{50} (ประสาร, 2547)

จากสมการเส้นตรง $y = ax+c$.....(1)

เมื่อ $x = 0$, $y = c$

50% ของ $y = c/2 = D$, นำค่า $y = D$ ไปแทนในสมการที่ 1 เพื่อหาค่า x

จะได้ $x = E$

ดังนั้น ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ยับยั้งการทำงานของอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 มีค่าเท่ากับ E

ค่า IC_{50} (Inhibitory concentration at 50%) เป็นค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งการทำงานของอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 โดยที่ตัวอย่างใดๆ ที่มีค่า IC_{50} ต่ำ คือใช้ความเข้มข้นน้อยในการยับยั้งอนุมูลอิสระ แสดงว่าตัวอย่างนั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าตัวอย่างที่มีค่า IC_{50} สูง หรือที่ต้องใช้ความเข้มข้นมากในการยับยั้ง (สุวัชชัย และคณะ, 2547)

2. วิธี ABTS assay (Rice-Evans *et. al*., 1999)

ABTS assay เป็นวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระโดยใช้รีเอเจนท์ คือ 2, 2'–Azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) ซึ่งเมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายสีเขียวอ่อน เมื่อทำให้เกิดเป็น stable radical ในตัวทำละลายน้ำ สารละลายจะมีสีเขียวเข้มของ $ABTS^+$ ซึ่งดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 414 นาโนเมตร และมีช่วงการดูดกลืนแสงรองลงมาที่ความยาวคลื่น 645, 734 และ 815 นาโนเมตร ส่วนใหญ่การทดลองจะวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เพราะปฏิกิริยาจะถูกรบกวนจากภาวะต่างๆ น้อยมาก

ถ้าสารตัวอย่างที่ทดสอบมีความสามารถในการจับกับอนุมูลอิสระได้สูง ความเข้มของสีเขียวจะลดลง โดยรายงานผลการทดลองเป็นค่า IC_{50} ซึ่งหมายถึง ปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของ ABTS เหลืออยู่ 50% หรือรายงานผลโดยเปรียบเทียบหาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระกับสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน

สารประกอบฟินอลิก (Phenolic compounds)

สารประกอบฟีนอลิกพบได้ในพืชทั่วไป มีสูตรทางเคมี เป็นวงแหวนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อยหนึ่งหมู่ หรือมากกว่านั้น สามารถละลายน้ำได้ ในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycosides) และพบได้ในส่วนของช่องว่างภายในเซลล์ สารฟินอลิกที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด มีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งกลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบ จะเป็นสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) นอกจากนั้นยังมีสารประกอบต่างๆ เช่น simple monocyclic phenol, phenyl propanoid , phenolic quinine และ polyphenolic ได้แก่พวก lignin, tannin เป็นต้น ทั้งยังพบว่ามีสารประกอบที่มีกลุ่มฟีนอลรวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีนอัลคาลอยด์ และเทอร์พีนอยด์ (Terpenoid) เป็นต้น อัญชนา (2544) พบว่า สารประกอบฟีโนลิกหลายชนิดมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟินอลิกและแทนนิน เป็นต้น สารเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นตัวขับไล่อนุมูลอิสระที่สำคัญคืออนุมูล peroxyl โดยมีกลไก 2 แบบคือเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นต่ำเมื่อเทียบกับสารออกซิไดซ์ สารประกอบฟีโนลิกจะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจะถูกทำให้เป็นสารที่มีความเสถียร จึงสามารถป้องกันการเกิดขั้นตอนต่อเนื่องของปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ สารประกอบกลุ่มนี้บางชนิดยังทำหน้าที่เป็นสารคีเลตดักจับไอออนของโลหะเข้าไว้ในโมเลกุล เช่น เคอร์ซิทิน และยังทำหน้าที่เป็นสารให้อิเล็กตรอน และกำจัดออกซิเจนที่อยู่ในรูปแอคทีฟ ดังนั้น จึงจัดให้สารฟีโนลิกเป็นสารต้านออกซิเดชันที่สำคัญชนิดหนึ่งในพืชทั่วไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤศันส์ (2541) ศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญและมีอยู่มากในเมล็ดข้าว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตซึ่งถูกสะสมอยู่ในรูปสตาร์ชและน้ำตาล รวมทั้งเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพนโตแซนซึ่งอยู่ในส่วนเยื่อใย ในการขัดสีข้าวจะพบส่วนประกอบเหล่านี้มากในข้าวกล้อง ข้าวสาร รำหยาบ และรำละเอียด โดยเฉพาะในข้าวสารจะมีส่วนที่เป็นสตาร์ช อยู่ร้อยละ 90.2 โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีพบมากในส่วน

เอมบริโอประมาณร้อยละ 19-27 ของน้ำหนักเอมบริโอ โปรตีนที่พบมี 4 ชนิด คือ กลูเตลิน อัลบูมิน โกลบูลิน และโพรลามิน ซึ่งโปรตีนที่สะสมในเมล็ดข้าว ประกอบด้วย กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิดโดยเฉพาะกรดอะมิโนลิวซีนมีค่าสูงที่สุด ไขมันส่วนใหญ่ ประกอบด้วยกรดไขมันชนิด กรดปาล์มมิติก กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิก พบมากในเอมบริโอ รำหยาบ และรำละเอียด ส่วนวิตามินจะพบมากในส่วนรำหยาบและรำละเอียด ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินบี1 บี2 และไนอาซิน ขณะที่เกลือแร่ พบมากที่สุดในส่วนของแกลบ รองลงมาคือ รำหยาบ คัพภะ และรำละเอียด แร่ธาตุที่พบมากได้แก่ ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม แมกนีเซียม ซิลิกอน และแคลเซียม

ศิวะพงศ์ และคณะ (2552) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์พื้นเมืองดีเด่นภาคเหนือตอนบน โดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียวเขี้ยวงู จากศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติมาปลูกระหว่างปี พ.ศ. 2548-2552 และได้คัดเลือกพันธุ์ที่ดีไว้ จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ GS.No.3504, GS.No.8974 และ GS.No.12247 วิเคราะห์หา ความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า พบว่าในข้าวกล้อง 100 กรัม พันธุ์ข้าวเหนียวเขี้ยวงู GS.No.3504 มีความชื้นร้อยละ 12.30 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 75.75 โปรตีนร้อยละ 7.91 ไขมันร้อยละ 2.73 และเถ้าร้อยละ 1.31 พันธุ์ข้าวเหนียวเขี้ยวงู GS.No.8974 มีความชื้นร้อยละ 12.43 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 76.09 โปรตีนร้อยละ 7.52 ไขมันร้อยละ 2.68 และเถ้าร้อยละ 1.28 และพันธุ์ข้าวเหนียวเขี้ยวงู GS.No.12247 มีความชื้นร้อยละ 12.19 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 75.57 โปรตีนร้อยละ 7.87 ไขมันร้อยละ 3.04 และเถ้าร้อยละ 1.33

นิธิศ และคณะ (2553) ทำการศึกษาพันธุ์ข้าวยอดนิยมชายแดนใต้ โดยการรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่เป็นพันธุ์นิยมปลูกของเกษตรกรจังหวัดชายแดนภาคใต้ มาศึกษาวิจัยตามกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ทำให้ทราบว่า พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรต้องการมากที่สุดได้แก่ พันธุ์ซีบูกันตัง (PTNC09001) และ พันธุ์หอมกระดังงา (PTNC09002-59) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า พบว่า พันธุ์ซีบูกันตัง น้ำหนัก 100 กรัม มีปริมาณโปรตีน 7.31 กรัม ไขมัน 2.14 กรัม คาร์โบไฮเดรต 75.20 กรัม ใยอาหาร 3.45 กรัม และ เถ้า 1.28 กรัม ส่วนพันธุ์หอมกระดังงา มีโปรตีน 9.03 กรัม ไขมัน 1.86 กรัม คาร์โบไฮเดรต 73.34 กรัม และ เถ้า 0.80 กรัม

รุจิรา และคณะ (2553) ศึกษาคุณภาพเมล็ดและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวพันธุ์ดีและพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ รวบรวมตัวอย่างข้าวที่ปลูกฤดูนาปี 2548 และปี 2552 จำนวน 18 พันธุ์ เป็นตัวอย่างข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง จำนวน 13 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 หอมสุพรรณบุรี สังข์หยดพัทลุง กข7 สุพรรณบุรี2 เล็บนกปัตตานี แก่นจันทร์ เฉี้ยงพัทลุง พวงไร่2 พัทลุง เผือกน้ำ43 และนางพญา132 และ ตัวอย่างข้าวพันธุ์พื้นเมืองจากแปลงนาเกษตรกรในเขตจังหวัดพัทลุง และสงขลา จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ สาลี ไข่มดริ้น ดำขุนทอง จุฬาภรณ์ และมาเลย์แดง นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ในข้าวกล้อง 100 กรัม พันธุ์ข้าวที่มีโปรตีนน้อยที่สุด คือ เผือกน้ำ43 (6.30 กรัม) มากที่สุด คือ ปทุมธานี1 (8.44 กรัม) พันธุ์ข้าวที่มีไขมันน้อยที่สุด คือ พัทลุง (1.50 กรัม) มากที่สุด คือ เล็บนกปัตตานี (2.66 กรัม) พันธุ์ข้าวที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำที่สุด คือ สุพรรณบุรี2 (75.92.กรัม) สูงที่สุด คือ หอมสุพรรณบุรี (79.36 กรัม) พันธุ์ข้าวที่มีเถ้าน้อยที่สุด คือ พวงไร่ 2 (1.14 กรัม) มากที่สุด คือ กข 7 (1.46 กรัม)

เทพอำพร และคณะ (2558) ทำการหาปริมาณแคลเซียม ทองแดง เหล็ก และสังกะสี ในข้าวพื้นเมืองจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียม ทองแดง เหล็ก และสังกะสีในข้าวพื้นเมือง 10 สายพันธุ์ คือ ข้าวหอมมะลิแดง1 เหนียวดำ1 เหลืองพระทองคำ หอมมะลิแดง2

เหนียวดำ2 สะกอ หอมจันทร์ เหลืองทอง เหนียวดำชุมพวง และหอมมะลิดั้งเดิม โดยเทคนิคอะตอมมิก แอบซอร์พชัน สเปกโทรโฟโตเมทรี ผลการทดลองพบว่า ปริมาณแร่ธาตุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p< 0.05$ แคลเซียมมีปริมาณแร่ธาตุเฉลี่ยสูงสุด (42.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือสังกะสี (15.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เหล็ก (9.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และทองแดง (1.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบข้าวแต่ละพันธุ์ ข้าวสะกอมีปริมาณแคลเซียมและสังกะสีสูงที่สุด (64.52 และ 23.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนในข้าวที่มีปริมาณของทองแดงและเหล็กสูงที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิดั้งเดิม (3.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และข้าวเหนียวดำ2 (25.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าข้าวพื้นเมืองในจังหวัดนครราชสีมา มีคุณสมบัติที่ดีในด้านของแร่ธาตุ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว และพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

Huang *et al*., (2015) ศึกษาข้าวจำนวน 20 สายพันธุ์ ซึ่งได้ถูกนำมาเพาะปลูกในมณฑลไหหนาน ประเทศจีน โดยใช้ระยะเวลา 2 ปี ในการศึกษาผลกระทบจากลักษณะทางพันธุกรรม สิ่งแวดล้อม ต่อปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี และทองแดงในข้าวกล้อง จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของธาตุแคลเซียม โซเดียม และโพแทสเซียมนั้น ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มาจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม แต่ธาตุเหล็ก สังกะสี และทองแดงส่วนใหญ่จะได้รับผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ลักษณะทางพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดผลกระทบร่วมกันทั้งสองอย่าง มีผลให้แมกนีเซียม โซเดียม สังกะสี และทองแดงเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญสูง ($P< 0.001$)

Renuka *et al*., (2015) ศึกษาปริมาณแร่ธาตุบางชนิดและ เบต้า-แคโรทีน ในข้าวหอมสายพันธุ์อินดิกา พบว่าข้าวหอมสายพันธุ์อินดิกา เป็นพันธุ์ข้าวที่มีส่วนประกอบของแร่ธาตุหลายชนิด ได้แก่ ธาตุเหล็ก สังกะสี แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และเบต้า-แคโรทีน ในส่วนของข้าวกล้องจะมีปริมาณของสารอาหารพวก β-แคโรทีน มากถึง 1.23-9.9 ไมโครกรัมต่อกรัม และ ปริมาณ 0.08-1.99 ไมโครกรัมต่อกรัม อยู่ในน้ำนมข้าว ส่วนจำนวนแร่ธาตุทั้งหมดที่กล่าวมานั้น แมกนีเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากที่สุด เท่ากับ 855 ไมโครกรัมต่อกรัม หรืออาจมีปริมาณมากสูงสุดถึง 1636 ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมาคือ ธาตุเหล็ก 32-218 ไมโครกรัมต่อกรัม ทองแดง 2-1,004 ไมโครกรัมต่อกรัม สังกะสี 25-165 ไมโครกรัมต่อกรัม และแคลเซียม 14-67 ไมโครกรัมต่อกรัม จากผลการศึกษา พบว่าข้าวหอมสายพันธุ์อินดิกามีสารอาหารหลายอย่างที่มีประโยชน์

สำเริง และคณะ (2557) พบว่ากลุ่มผู้สนใจปลูกข้าวพื้นเมืองในจังหวัดพัทลุง อาทิเช่น กลุ่มทำนาทะเลน้อย กลุ่มบ้านเรียนรู้เกษตรธรรมชาติบางแก้ว กลุ่มสื่อแห่งปัญญาพัฒนาเกษตรยั่งยืนจังหวัดพัทลุง ฯลฯ ได้เลือกปลูกข้าวพื้นเมืองที่มีปลูกในท้องถิ่นดั้งเดิม เช่น พันธุ์ไข่มดริ้น หน่วยเขือ หอมจันทร์ นางกลาย หัวนา ลูกขอ ช่อจังหวัด ช่อขิง เป็นต้น เพื่อศึกษาความเหมาะสมในแต่ละนิเวศ และสร้างจิตสำนึกถึงความสำคัญของพันธุ์ข้าว

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ประเทศไทยนับเป็นแหล่งพันธุกรรมข้าวอันอุดมสมบูรณ์ พบพันธุ์ข้าวนับหมื่นพันธุ์ ข้าวพื้นเมืองเป็นพืชทางเลือกอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งนาลุ่ม บนที่ราบและที่ลาดชัน ด้วยคุณสมบัติเด่นหลายด้านของข้าวพื้นเมือง มีจุดเด่นคือ ทนแล้ง ต้านทานโรค ต้านทานแมลง ไม่ต้องการน้ำมาก ความโดดเด่นของข้าวพื้นเมืองพบว่าบางชนิดจะมีคุณสมบัติเด่นการความทนทาน แต่มีคุณสมบัติด้อยในด้านผลผลิตน้อย แต่ทั้งนี้พันธุ์ข้าวพื้นเมืองหลายชนิดมักให้ค่าโปรตีน ธาตุเหล็กสูง และมีความหอม ส่วนโรคไหม้ไม่ค่อยมีปัญหา

การเพาะปลูกข้าวพื้นเมือง จึงเป็นอีกพืชทางเลือกของภาคใต้ ตามนโยบายและความต้องการของตลาดในอนาคตที่สอดคล้องกับประเทศไทยคือการเป็นครัวของโลก อาหารที่ผลิตต้องมีทั้งความปลอดภัยจากสารพิษและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังจะเห็นได้ว่าคนไทยและเพื่อนบ้านหันมาบริโภคข้าวกล้องเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะข้าวกล้องมีสารอาหารสูง ซึ่งถ้านำข้าวพื้นเมืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะโปรตีน วิตามินและแร่ธาตุสูงกว่าข้าวนาสวน (จำรัส, 2534) มาแปรรูปเพิ่มคุณค่า จะเป็นการใช้ประโยชน์จากข้าวพื้นเมืองได้มากยิ่งขึ้น แม้ว่าข้าวกล้องจะเป็นที่นิยม แต่จากข้อมูลงานวิจัยพบว่าข้าวกล้องงอก หรือข้าวงอกนึ่ง ก็เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในความต้องการของกลุ่มคนรักสุขภาพ เพราะสามารถเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารในข้าวได้มากขึ้น โดยพบว่าข้าวกล้องงอกอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น มีไลซีนและใยอาหารมากกว่าข้าวสาร 3 เท่า ทำให้ช่วยในการขับถ่ายและป้องกันมะเร็งลำไส้ อีกทั้งมีสารแกมมา-ออไรซานอล ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด (Juliano *et al.,* 2005) มีกรดแกมมาอะมิโนบิวทิริค (GABA) มากกว่าข้าวสาร 10 เท่า ซึ่งช่วยในการหมุนเวียนเลือด ลดความดันโลหิต ลดไขมันในเส้นเลือด ป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ ช่วยในการนอนหลับ (Komatsuzaki *et al*., 2005) การค้นพบว่ากรดแกมมาอะมิโนบิวทิริค ในข้าวกล้องงอกมีปริมาณสูง มีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงทำให้นักวิจัยสนใจการวิจัยข้าวงอกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้สารสำคัญอีกตัว คือ สารแกมมาโอริซานอล พบในข้าวกล้องงอกได้สูงกว่าข้าวกล้องปกติ (อุมา และลำพึง, 2550) สารชนิดนี้ช่วยลดคอเลสเตอรอล ต้านอนุมูลอิสระ และ เพิ่มปริมาณเซลล์กล้ามเนื้อ (นัยนา และ เรวดี, 2545) อีกทั้งข้าวสุกจากข้าวกล้องงอกมีรสหวาน จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในขณะงอก (สุภาณี, 2551) ทั้งนี้คุณค่าทางสารอาหารในข้าวพื้นเมือง ยังขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ แร่ธาตุอาหารในดินของแหล่งปลูก

แม้ข้าวกล้องงอกจะมีคุณค่าทางอาหารสูง แต่กระบวนการผลิตล้วนมีผลต่อสมบัติต่างๆ ของข้าว โดยการขัดสีมีผลต่อการแตกหักของข้าวกล้องงอก แต่การผลิตข้าวนึ่งจะทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดหลังการขัดสีเพิ่มขึ้น อีกทั้งการนึ่งยังทำให้สารอาหารจากเยื่อหุ้มเมล็ดซึมเข้าสู่เนื้อเมล็ด (เครือวัลย์, 2536) ดังนั้นเพื่อพัฒนาคุณภาพข้าวทั้งทางเคมีและกายภาพให้เหมาะสมยิ่งขึ้น การผลิตข้าวงอกนึ่งจึงเป็นวิธีการที่น่าสนใจ โดยเฉพาะกระบวนการผลิตข้าวทั้งสองแบบเพื่อเพิ่มคุณค่าสารอาหารในข้าวพื้นเมือง ทั้งนี้แม้ว่าข้าวพื้นเมืองจะมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์ทั้งเป็นข้าวขาว หรือข้าวมีสี แต่บางชนิดอาจยังไม่เป็นที่นิยมบริโภคด้วยว่ามีสมบัติทางเคมีกายภาพบางประการไม่เหมาะแก่การรับประทาน อาจเหมาะสมต่อการนำไปแปรรูปอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเพิ่มมูลค่าก่อนการนำไปแปรรูป ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาสารอาหารที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง

ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกและมีศักยภาพของภาคใต้ ดังนั้นการศึกษานี้ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาและเพิ่มศักยภาพของข้าวพื้นเมืองของไทย

การวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำตัวอย่างพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง พังงา และกระบี่ นำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง โดยศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น คาร์โบไฮเดรต น้ำตาลรวมทั้งหมด สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินบี1 แร่ธาตุเหล็กและสังกะสี ปริมาณรงควัตถุสารสีแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีโนลิก สารฟลาโวนอยด์ กรดไขมันอิสระ ปริมาณอะมิโลส การสลายเมล็ดในด่าง เป็นต้น ผลที่ได้จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการส่งเสริมการผลิตข้าวพื้นเมืองและเพิ่มมูลค่าจำหน่าย การวิจัยนี้จะทำให้ทราบสภาวะของการแปรรูปข้าวทั้ง 2 แบบที่เหมาะสมสำหรับข้าวพื้นเมืองแต่ละชนิด โดยใช้ปัจจัยด้านอุณหภูมิ ระยะเวลาการแช่ การเพาะงอกต่อคุณค่าของสารอาหาร รวมถึงการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพที่เกี่ยวเนื่องกับผลิตภัณฑ์ทั้งสอง เพื่อส่งเสริมเป็นสินค้าสำหรับกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปข้าวพื้นเมือง คาดว่าจะนำไปสู่การส่งเสริมและพัฒนาการผลิตข้าวพื้นเมืองเป็นอาชีพเสริมต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่งที่เหมาะสมต่อคุณค่าทางสารอาหาร ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวพื้นเมืองที่เก็บตัวอย่างในภาคใต้
2. ศึกษาสมบัติของข้าวพื้นเมืองที่ผลิตเป็นข้าวกล้องงอก ข้าวงอกนึ่งขัดสีในรูปข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ ข้าวสาร เปรียบเทียบกับ ข้าวกล้อง และข้าวสารก่อนการแปรรูป

ขอบเขตของโครงการ

ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางสารอาหาร สมบัติทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ สาร ชีวกิจกรรมในข้าวพื้นเมืองที่มีศักยภาพและนิยมปลูกในภาคใต้ และหาสภาวะที่เหมาะสมต่อแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่งของข้าวพื้นเมืองแต่ละชนิด พร้อมทั้งวิเคราะห์สมบัติและการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางสารอาหาร สมบัติทางเคมี กายภาพ และสารชีวกิจกรรม ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น คาร์โบไฮเดรต น้ำตาลรวมทั้งหมด สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินบี 1 แร่ธาตุเหล็ก ปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน สารกาบา ปริมาณสารประกอบฟีโนลิก สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ กรดไขมันอิสระ ปริมาณอะมิโลส การสลายเมล็ดในด่าง ความคงตัวของแป้งสุก น้ำหนักเมล็ดข้าว เป็นต้น ในข้าวกล้องข้าวงอกนึ่งทั้งในรูปแบบการสีเป็นข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการวิจัย แบ่งออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 การเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมืองและวิเคราะห์วัตถุดิบ

1. การเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

เก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้ ได้แก่ สตูล ตรัง พัทลุง กระบี่ และพังงา จากสายพันธุ์ที่นิยมปลูกดังนี้ ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหลืองกะปาง ข้าวดอกพะยอม ข้าวมะลิเหลือง ข้าวเข็มทอง ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวดอกข่า ข้าวเล็บนกปัตตานี ข้าวหอมใบเตย หรืออื่นๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกมาชนิดละ 100 กิโลกรัม นำมาเก็บในกระสอบป่านและเตรียมวัตถุดิบโดยการสีเป็นข้าวกล้องแบบกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร

2. การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบ ได้แก่ ก) ขนาด รูปร่างเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ข) น้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด ตามวิธีการของ อรอนงค์ (2550) บันทึกข้อมูล

3. การตรวจสอบสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบ ได้แก่ 1) โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method (AOAC, 1990) 2) ไขมัน โดยวิธี Soxhlet extraction method (AOAC, 1990) 3) เถ้า (AOAC, 1990) 4) ความชื้น โดยวิธี Loss on drying at 135°C (AOAC, 1990) วิเคราะห์สารชีวกิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดยทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity assay ตามวิธีการของ Murakami *et al*. (2004) 2) ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ดัดแปลงตามวิธีของ Jia *et al*. (1999) 3) ปริมาณแทนนิน (AOAC, 1990) 4) ปริมาณสารประกอบฟินอลิก (phenolic compound) ตามวิธีการ Folin-Ciocalteau method (AOAC, 1990) 5) วิตามินบี 1 ตามวิธีการของ Sharpless *et al*. (2000) 6) ปริมาณแกมมาโอริซานอล (γ-Oryzanol) ตามวิธีการ ของ Perretti *et al*. (2003) และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ 1) ปริมาณ อะไมโลส ดัดแปลงจากวิธีของ Juliano (1971) 2) ความคงตัวของแป้งสุก ตามวิธีของ Yu and Wang (2007) 3) ระยะเวลาในการหุงต้ม โดยวิธีการของ Gujral and Kumar (2003) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลระหว่าง treatment ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง ดังกระบวนการต่อไปนี้

การทดลองที่ 2 การผลิตข้าวกล้องงอก

ใช้กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ เปรียบเทียบกัน เพื่อหาความเหมาะสมของวิธีการกับการเพิ่มคุณค่าทางสารอาหาร ดังนี้

วิธีการที่ 1 การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ วรนุช และเทพฤทธิ์ (2551)

การเตรียมข้าวกล้องงอกจากกระบวนการงอกข้าวเปลือก โดยนำข้าวเปลือกจากข้าวพื้นเมืองแต่ละชนิดมาจำนวน 10 กิโลกรัม มาผ่านการแช่ด้วยน้ำ Reverse osmosis (RO) ที่อุณหภูมิ 35 °ซ. นาน 12 ชั่วโมง ด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 (โดยน้ำหนัก) จากนั้นนำไปเพาะงอกที่อุณหภูมิ 40 °ซ.

นาน 25 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปอบแห้งที่ 50 °ซ. นาน 15 ชั่วโมง จะได้ข้าวเปลือกงอกมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 9-10 เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน จากนั้นนำไปสีเป็นข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร นำข้าวที่ได้ไปวิเคราะห์ คุณค่าทางโภชนาการ สมบัติทางเคมี กายภาพ และสารชีวกิจกรรม ตามการทดลองที่ 4 เปรียบเทียบผลการทดลองกับวัตถุดิบข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ ข้าวสาร เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลระหว่าง treatment ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 2. การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกะเทาะเปลือก ดัดแปลงบางส่วน ตามวิธีการของเปรมฤดีและคณะ (2551)

คัดเลือกข้าวกล้องที่มีเมล็ดเอ็มบริโอ(จมูกข้าว) มาล้างทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งสกปรกออก และผลิตเป็นข้าวกล้องงอก โดยตรียมข้าวงอกจากการแช่เมล็ดข้าวในน้ำประปา ที่อุณหภูมิ 40 ($\pm$2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในอัตราส่วน เมล็ดข้าว : น้ำ เท่ากับ 1 : 3 และนำมาเพาะงอกต่อ โดยรินน้ำที่แช่ออกจากข้าวกล้องกะเทาะเปลือก และตักใส่ภาชนะสำหรับเพาะคลุมภาชนะด้วยผ้าขาวบางเพื่อไม่ให้ถูกแสง ที่อุณหภูมิ 40($\pm$2) องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการเพาะงอกในที่มืด เป็นเวลา 16-24 ชั่วโมง จนกว่าจะเกิดตุ่มขาวงอกยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบแห้งอบที่ 45$\pm$2°ซ. นาน 15 ชั่วโมง หรือจนสามารถลดความชื้นให้เหลือไม่เกินร้อยละ 12 นำข้าวแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ ข้าวกล้องงอกแบบกะเทาะเปลือก และนำไปขัดเป็นข้าวซ้อมมือ จากนั้นนำข้าวที่ได้ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ สมบัติทางเคมี กายภาพ และสารชีวกิจกรรม ตามการทดลองที่ 4 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลระหว่าง treatment ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 3 การผลิตข้าวงอกนึ่ง

ใช้กระบวนการผลิตข้าวงอกนึ่ง 2 วิธีการในการแปรรูปข้าวพื้นเมือง เปรียบเทียบกัน เพื่อหาความเหมาะสมของวิธีการกับการเพิ่มคุณค่าทางสารอาหาร ดังนี้

วิธีการที่ 1 การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ Benjamassuttikul and Naivikul, (2007) ; Panchan and Naivikul, (2010) ดังนี้

นำข้าวเปลือกพื้นเมือง จำนวน 10 กิโลกรัม ใส่ลงในสารละลายน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.7 ช้อนเมล็ดที่ลอยออกทิ้งไป นำเมล็ดจมมาล้างน้ำประปา (pH 7.2) วางให้สะเด็ดน้ำ นำไปใส่ถุงผ้าดิบแช่อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่มีระบบหมุนเวียนน้ำที่ 30°C เวลา 2-16 ชม.และตรวจสอบการดูดซึมน้ำตั้งแต่ร้อยละ 30 ขึ้นไป หลังจากนั้นนำไปเพาะงอก โดยเพาะในกล่องพลาสติกรองผ้าขาวบางและปิดคลุมบริเวณผิวหน้า ปิดฝากล่อง นำไปเพาะในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30°C เป็นเวลา 4-48 ชม. และคัดเลือกเวลาที่ข้าวเพาะงอกมีความยาวคัพภะประมาณ 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำมานึ่งด้วยไอน้ำในหม้อนึ่งความดันอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที แล้วทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนชนิดถาดอุณหภูมิ 45$\pm$5 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 พักข้าวเปลือกที่อุณหภูมิห้องนาน 1 สัปดาห์ จากนั้นนำไปสีเป็นข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร นำข้าวที่ได้ไปวิเคราะห์ คุณค่าทางโภชนาการ สมบัติทางเคมี กายภาพ และสารชีวกิจกรรม ตามการทดลองที่ 4 เปรียบเทียบผลการทดลองกับวัตถุดิบข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ ข้าวสาร เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูล

ระหว่าง treatment ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 2 การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ กรรณิการ์และคณะ (2556) โดยการนำข้าวเปลือกพันธุ์พื้นเมืองชนิดละ 10 กิโลกรัม ล้างทำความสะอาด แช่น้ำอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ1:2 โดยน้ำหนัก นาน 24 ชม. จากนั้นนำข้าวไปเพาะงอก ที่อุณหภูมิบ่ม 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 30-35 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 จากนั้นนำไปสีเป็นข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร นำข้าวที่ได้ไปวิเคราะห์ คุณค่าทางโภชนาการ สมบัติทางเคมี กายภาพ และสารชีวกิจกรรม ตามการทดลองที่ 4 เปรียบเทียบผลการทดลองกับวัตถุดิบข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ ข้าวสาร เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลระหว่าง treatment ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองขั้นที่ 4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ สารชีวกิจกรรม สมบัติทางเคมี-กายภาพ

นำตัวอย่างข้างที่ได้มาจากการทดลองที่ 2 และ 3 มาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ สารชีวกิจกรรม สมบัติทางเคมี กายภาพ ตามวิธีการดังนี้

1. การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบ ได้แก่ ก) ขนาด รูปร่างเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ข) น้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด ตามวิธีการของ อรอนงค์ (2550) บันทึกข้อมูล

2. การตรวจสอบสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบ ได้แก่ 1) โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method (AOAC, 1990) 2) ไขมัน โดยวิธี Soxhlet extraction method (AOAC, 1990) 3) เถ้า (AOAC, 1990) 4) ความชื้น โดยวิธี Loss on drying at 135°C (AOAC, 1990) 5) ปริมาณกรดไขมันอิสระ ดัดแปลงตามวิธีการของ Kwon และ Rhee (1986) วิเคราะห์สารชีวกิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดยทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระDPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity assay ตามวิธีการของ Murakami *et al*. (2004) 2) ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ดัดแปลงตามวิธีของ Jia *et al*. (1999) 3) ปริมาณแทนนิน (AOAC, 1990) 4) ปริมาณสารประกอบฟินอลิก (phenolic compound) ตามวิธีการ Folin-Ciocalteau method (AOAC, 1990) 5) วิตามินบี 1 ตามวิธีการของ Sharpless *et al*. (2000) 6) ปริมาณสีแอนโทไซยานิน ตามวิธีการของ Abdel-Aal and Hucl (1999) 7) แร่ธาตุเหล็กและสังกะสี (ส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาสงขลา) 8) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugars) 9) ปริมาณสารกาบาในข้าวกล้องงอก โดยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ดัดแปลง (Heems *et al*, 1998) และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ 1) ปริมาณ อะไมโลส ดัดแปลงจากวิธีของ Juliano (1971) 3) ระยะเวลาในการหุงต้ม โดยวิธีการของ Gujral and Kumar (2003) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลระหว่าง treatment ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้แก่ การเกาะตัว กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบรวม โดยทดสอบในห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส และทดสอบการยอมรับรวมด้วยแบบทดสอบ วิธี 9-Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จำนวน 30 คน และนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

สถานที่ทำการทดลอง

เก็บตัวอย่างข้าวในจังหวัดภาคใต้ 5 จังหวัด นำมาแปรรูปและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ สารชีวกิจกรรม ทดสอบสมบัติทางเคมี กายภาพ ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ จำนวน 15 ตัวอย่างที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหอมหัวบอนจังหวัดกระบี่ และข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา แสดงตัวอย่างข้าวเปลือก ข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ดังรูปที่ 1-4

ภาพที่ 1 ข้าวเปลือกพื้นเมือง ที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จำนวน 9 สายพันธุ์

ภาพที่ 2 ข้าวกะเทาะเปลือกจากข้าวพื้นเมืองที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จำนวน 9 สายพันธุ์

ข้าวซ้อมมือสังข์หยด

ข้าวซ้อมมือดอกพะยอม

ข้าวซ้อมมือเล็บนก

ข้าวซ้อมมือดอกข่า

ข้าวซ้อมมือหนียวดำช่อไม้ไผ่

ข้าวซ้อมมือเหนียวดำ

ข้าวซ้อมมืออัลฮัม

ข้าวซ้อมมือหัวบอน

ข้าวซ้อมมือมะลิแดง

ภาพที่ 3 ข้าวซ้อมมือจากข้าวพื้นเมืองที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จำนวน 9 สายพันธุ์

ข้าวสารสังข์หยด

ข้าวสารดอกพะยอม

ข้าวสารเล็บนก

ข้าวสารดอกข่า

ข้าวสารเหนียวดำช่อไม้ไผ่

ข้าวสารเหนียวดำ

ข้าวสารอัลฮัม

ข้าวสารหัวบอน

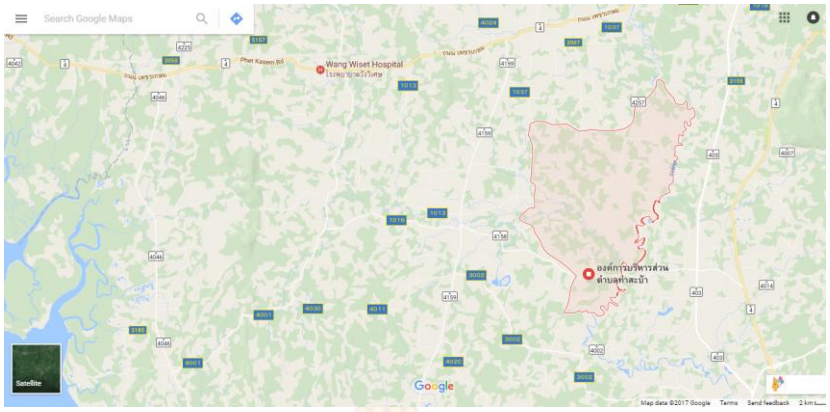
ข้าวสารมะลิแดง

ภาพที่ 4 ข้าวสารจากข้าวพื้นเมืองที่เก็บตัวอย่างจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จำนวน 9 สายพันธุ์

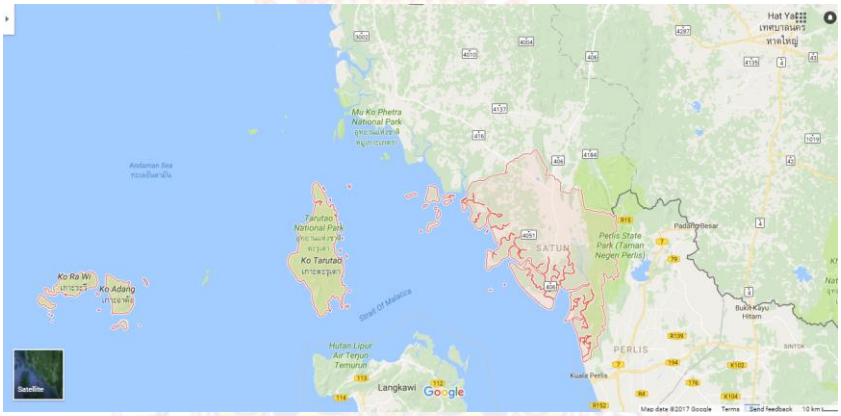
ตัวอย่างข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ ที่เก็บตัวอย่างใน 5 จังหวัดภาคใต้ มีดังนี้

1. ข้าวสังข์หยด (ตรัง) เก็บตัวอย่างจาก ม.1 ต.ท่าสะบ้า อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
2. ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) เก็บตัวอย่างจาก ม.4 ต.ตะโหมด อ.ตะโหมด จ.พัทลุง
3. ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) เก็บตัวอย่างจาก ม.1 ต.ท่าสะบ้า อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
4. ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) เก็บตัวอย่างจาก ต. เขาดิน อำเภอเขาพนม จ.กระบี่
5. ข้าวดอกพะยอม (พังงา) เก็บตัวอย่างจาก ต.หล่อยูง อ.ตะกั่วทุ่ง จ.พังงา
6. ข้าวเล็บนก (ตรัง) เก็บตัวอย่างจาก ม.1 ต.ท่าสะบ้า อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
7. ข้าวเล็บนก (พัทลุง) เก็บตัวอย่างจาก ม.4 ต.สมหวัง อ.กงหรา จ.พัทลุง
8. ข้าวดอกข่า (ตรัง) เก็บตัวอย่างจาก ม.1 ต.ท่าสะบ้า อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
9. ข้าวดอกข่า (พังงา) เก็บตัวอย่างจาก ม.3 ต.บางทอง อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา
10. ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) เก็บตัวอย่างจาก ม.1 ต.ท่าสะบ้า อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
11. ข้าวเหนียวดำ (สตูล) เก็บตัวอย่างจาก ม.5 ต.ควนโพธิ์ อ.เมือง จ.สตูล
12. ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) เก็บตัวอย่างจาก ม.4 ต.สมหวัง อ.กงหรา จ.พัทลุง

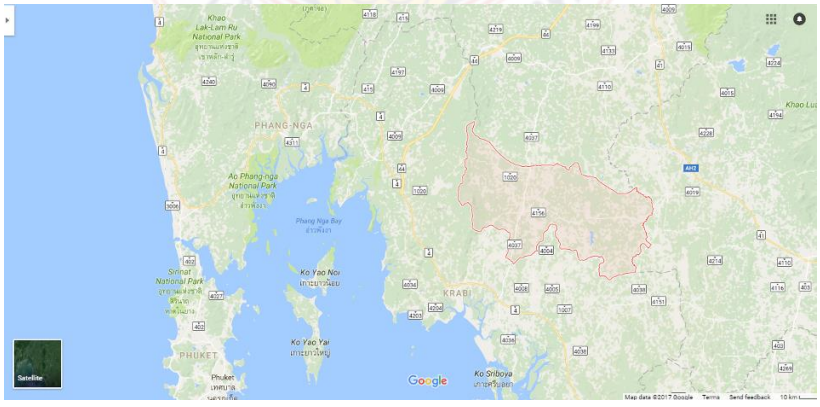
13. ข้าวฮัลฮัม (สตูล) เก็บตัวอย่างจาก ม.5 ต.ควนโพธิ์ อ.เมือง จ.สตูล
14. ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) เก็บตัวอย่างจาก ม.6 ต.เกาะศรีบอยา อ.เหนือคลอง จ.กระบี่
15. ข้าวมะลิแดง (พังงา) เก็บตัวอย่างจาก ม.3 ต.เกาะยาวน้อย อ.เกาะยาว จ.พังงา



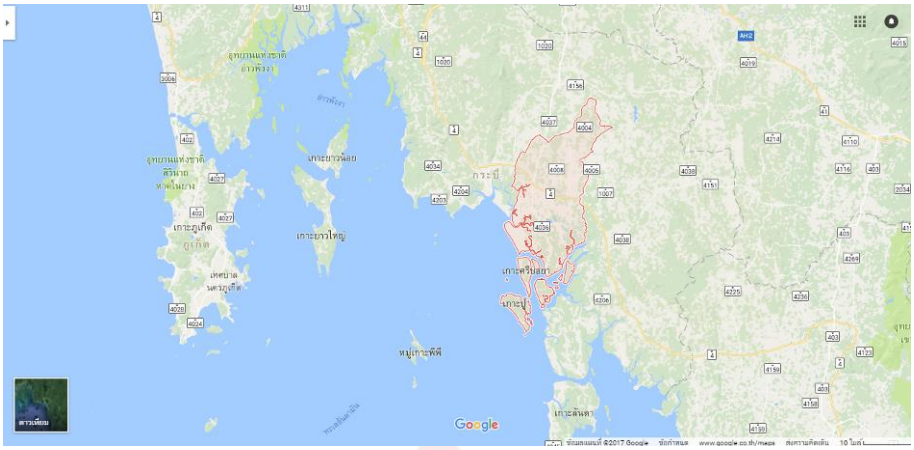
ภาพที่ 5 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.ตรัง : ม.1 ต.ท่าสะบ้า อ.วังวิเศษ จ.ตรัง



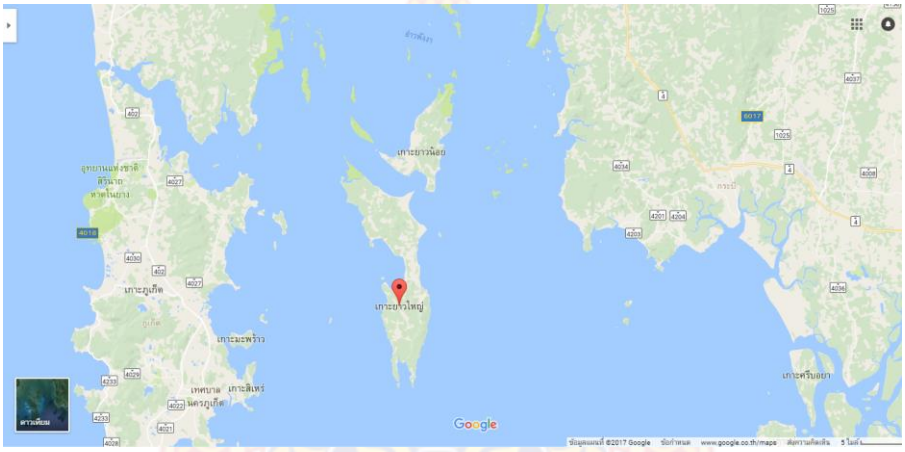
ภาพที่ 6 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.สตูล : ม.5 ต.ควนโพธิ์ อ.เมือง จ.สตูล



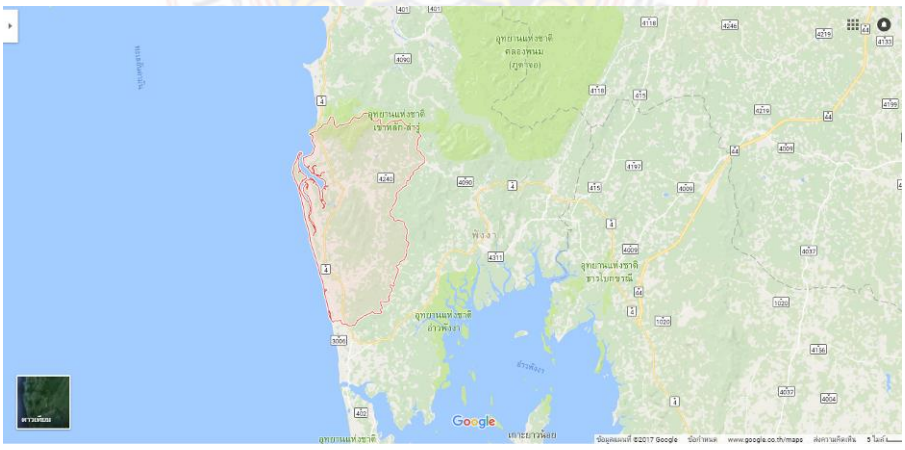
ภาพที่ 7 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.กระบี่ **:** อ.เขาพนม จ.กระบี่



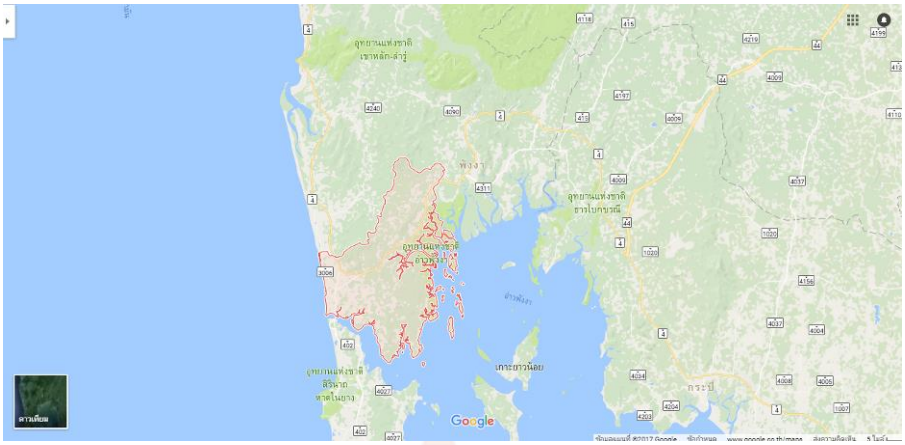
ภาพที่ 8 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.กระบี่ : อ.เหนือคลอง จ.กระบี่



ภาพที่ 9 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พังงา : ต.เกาะยาวน้อย อ.เกาะยาว จ.พังงา



ภาพที่ 10 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พังงา : อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา



ภาพที่ 11 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พังงา : อ.ตะกั่วทุ่ง จ.พังงา

ภาพที่ 12 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พัทลุง : อ.เมือง จ.พัทลุง

ภาพที่ 13 พื้นที่เก็บตัวอย่างข้าว จ.พัทลุง : อ.ตะโหมด จ.พัทลุง

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวกล้องงอก

การผลิตข้าวกล้องงอกในข้าวพื้นเมืองจำนวน 16 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) ดัดแปลงตามวิธีการของวรนุช และเทพฤทธิ์ (2551) พบว่าข้าวทดลองใช้เวลาในการแช่ 12 ชั่วโมงเท่ากัน แต่ระยะเวลาในการงอกแตกต่างกัน โดยข้าวที่ใช้ระยะเวลางอกต่ำสุด 23 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ดอกพะยอม (กระบี่) ขณะที่ข้าวที่ใช้ในระยะเวลาการงอกสูงสุดที่ 47-50 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) และข้าวฮัลฮัม (สตูล) นอกเหนือที่กล่าวมา มีค่าการงอกอยู่ในช่วง 25-38 ชม. ยกเว้นข้าวสังข์หยด (กระบี่) ไม่เกิดการงอก เพราะตัวอย่างข้าวทดลองมีข้อจำกัดของการงอก เช่น ข้าวเก่า หรือข้าวเก็บเกี่ยวใหม่

ตารางที่ 1 สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของวรนุช และเทพฤทธิ์ (2551)

ตัวอย่างข้าว	ระยะเวลาการแช่ (ชั่วโมง)	ระยะเวลาการงอก (ชั่วโมง)
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.ตรัง	12	30
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.กระบี่	12	ND
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.พัทลุง	12	23
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	12	33
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	12	25
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	12	23
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	12	23
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	12	23
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	12	33
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	12	29
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	12	47
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	12	31
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	12	38
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	12	50
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	12	23
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	12	29

การผลิตข้าวกล้องงอกในตัวอย่างข้าวพื้นเมืองแต่ละจังหวัด จำนวน 16 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2) ดัดแปลงตามวิธีการของเปรมฤดี และคณะ (2551) พบว่าข้าวทุกตัวอย่างจะใช้ระยะเวลาในการแช่ 12 ชั่วโมงเท่ากัน แต่ใช้ระยะเวลาในการงอกแตกต่างกัน โดยข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการงอกต่ำสุดที่ 11-13 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง ข้าวเล็บนก จ.ตรัง ข้าวดอกข่า จ.พังงา ขณะที่ข้าวที่ใช้ในระยะเวลาการงอกสูงสุดที่ 20-25 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง ข้าวสังข์หยด จ.กระบี่ และข้าวดอกข่า จ.ตรัง ตัวอย่างข้าวที่เหลือ มีค่าการงอกอยู่ในช่วง 15-88

ชม. จากการเปรียบเทียบการทำข้าวกล้องงอกทั้ง 2 วิธีการ พบว่า การทำข้าวกล้องงอกดัดแปลงตามวิธีการของเปรมฤดีและคณะ (2551) ใช้เวลาในการเพาะงอกน้อยกว่า

ตารางที่ 2 สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกะเทาะเปลือก โดยดัดแปลงบางส่วน ตามวิธีการของเปรมฤดีและคณะ (2551)

ตัวอย่างข้าว	ระยะเวลาการแช่ (ชั่วโมง)	ระยะเวลาการงอก (ชั่วโมง)
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.ตรัง	12	25
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.กระบี่	12	24
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.พัทลุง	12	11
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	12	15
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	12	15
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	12	11
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	12	13
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	12	13
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	12	20
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	12	12
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	12	16
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	12	18
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	12	17
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	12	15
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	12	15
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	12	15

ผลการทดลองผลิตข้าวงอกนึ่ง ในตัวอย่างข้าวพื้นเมืองแต่ละจังหวัด จำนวน 16 ตัวอย่าง (ตารางที่ 3) ดัดแปลงตามวิธีการ Benjamassuttikul and Naivikul, (2007); Panchan and Naivikul, (2010) พบว่าข้าวทุกตัวอย่างจะใช้ระยะเวลาในการแช่ 16 ชั่วโมงเท่ากัน แต่ใช้ระยะเวลาในการงอกแตกต่างกัน โดยข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการงอกต่ำสุดที่ 24-26 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่ ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา ข้าวดอกข่า จ.พังงา และ ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่ ขณะที่ข้าวที่ใช้ในระยะเวลาการงอกสูงสุด ที่ 76-78 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวฮัลฮัม จ.สตูล ข้าวที่นอกเหนือที่กล่าวมา มีค่าการงอกอยู่ในช่วงกว้างระหว่าง 31-54 ชม. ยกเว้นข้าวสังข์หยด จ.กระบี่ ไม่เกิดการงอกด้วยวิธีการดังกล่าวทั้งนี้อาจเพราะตัวอย่างข้าวที่ใช้ทดลองมีข้อจำกัดของการงอก เช่น ข้าวเก่า หรือข้าวเก็บเกี่ยวใหม่

ตารางที่ 3 สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ Benjamassuttikul and Naivikul, (2007) ; Panchan and Naivikul, (2010)

ตัวอย่างข้าว	ระยะเวลาการแช่ (ชั่วโมง)	ระยะเวลาการงอก (ชั่วโมง)
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.ตรัง	16	24
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.กระบี่	16	ND
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.พัทลุง	16	31
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	16	31
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	16	24
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	16	25
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	16	31
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	16	31
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	16	49
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	16	26
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	16	54
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	16	54
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	16	30
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	16	78
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	16	24
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	16	30

จากผลการผลิตข้าวข้าวงอกนึ่ง ในตัวอย่างข้าวพื้นเมืองแต่ละจังหวัด จำนวน 16 ตัวอย่าง (ตารางที่ 4) ดัดแปลงตามวิธีการของ กรรณิการ์และคณะ (2556) พบว่าข้าวทุกตัวอย่างจะใช้ระยะเวลาในการแช่ 24 ชั่วโมงเท่ากัน แต่ใช้ระยะเวลาในการงอกแตกต่างกัน โดยข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการงอกต่ำสุดที่ 17-18 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวเล็บนก จ. พัทลุง ข้าวเล็บนก จ.ตรัง และ ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่ ขณะที่ข้าวที่ใช้ในระยะเวลาการงอกสูงสุด ที่ 51 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวดอกข่า จ.ตรัง และ ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง ข้าวที่นอกเหนือที่กล่าวมา มีค่าการงอกอยู่ในช่วง 20-41 ชม. ยกเว้นข้าวสังข์หยด จ. กระบี่ ไม่เกิดการงอกด้วยวิธีการดังกล่าว ทั้งนี้อาจเพราะตัวอย่างข้าวที่ใช้ทดลองมีข้อจำกัดของการงอก เช่น ข้าวเก่า หรือข้าวเก็บเกี่ยวใหม่

ตารางที่ 4 สภาวะของการแช่และระยะเวลาการงอกในข้าวแต่ละจังหวัดที่นำมาผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ กรรณิการ์และคณะ (2556)

ตัวอย่างข้าว	ระยะเวลาการแช่ (ชั่วโมง)	ระยะเวลาการงอก (ชั่วโมง)
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.ตรัง	24	51
ข้าวสังข์หยดไร่ จ.กระบี่	24	ND
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	24	21
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	24	23
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	24	17
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	24	20
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	24	18
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	24	18
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	24	51
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	24	20
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	24	41
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	24	26
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	24	24
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	24	38
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	24	20
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	24	20

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการ

ลักษณะของเมล็ดทางกายภาพ

ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดทางกายภาพ โดยการวัดขนาดของเมล็ดในข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ จำนวน 15 ตัวอย่างที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหอมหัวบอนจังหวัดกระบี่ และข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือและข้าวสาร จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ และข้าวงอกนึ่ง 2 วิธีการ ดังนี้ ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1 คือ การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือกดัดแปลงวิธีการของวรนุช และเทพฤทธิ์ (2551) กับ ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 คือการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกะเทาะเปลือกดัดแปลงบางส่วนตามวิธีการของเปรมฤดี และคณะ (2551) ข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 คือการผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงจากวิธีการของ Benjamas suttikul and Naivikul, (2007); Panchan and Naivikul, (2010) กับข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 2 คือ ผลิตข้าวงอกนึ่ง

จากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ กรรณิการ์และคณะ (2556) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5 พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีขนาดความยาวเมล็ดแตกต่างกันไปตามชนิด โดยข้าวดอกพะยอม (ตรัง) และข้าวดอกข่า (พังงา) มีความยาวของเมล็ดสูงที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 8.16-8.37 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ข้าวดอกข่า(ตรัง) ข้าวดอกพะยอม(พังงา) ข้าวหัวบอน(กระบี่) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) มีความยาวของเมล็ดอยู่ในช่วง 7.25-7.65 มิลลิเมตร ส่วนที่เหลือจะมีความยาวต่ำกว่า 7.00 มิลลิเมตร

จากการนำข้าวทั้ง 15 ตัวอย่างไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง จะพบว่าข้าวทุกตัวอย่างที่ผลิตเป็นข้าวกล้องและข้าวงอกนึ่งจะมีขนาดความยาวเมล็ดแตกต่างกัน ซึ่งขนาดเมล็ดที่ต่างกัน มีแนวโน้มส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กกว่าข้าวกะเทาะเปลือกก่อนนำไปทำงอก ทั้งนี้ เมื่อนำข้าวเปลือกขัดสี 3 ระดับ ได้แก่ กะเทาะเปลือก ซ้อมมือ และข้าวสาร จะพบว่า ข้าวสีแบบกะเทาะเปลือก จะมีความยาวมากกว่า ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ ทั้งนี้ในตัวอย่างข้าวสารจะไม่มีการทำข้าวกล้องงอกตามแบบวิธีการที่ 1 เพราะข้าวสารจะไม่มีจมูกข้าว หรือ เอมบริโอไว้สำหรับการงอกของเมล็ด

ผลการตรวจสอบความกว้าง (ตารางที่ 6) พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีขนาดความกว้างเมล็ดแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ โดยการตรวจวัดความกว้างของเมล็ดข้าวทั้งแบบข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือและข้าวสารของข้าวพื้นเมืองจำนวน 15 ชนิดจาก 5 จังหวัดภาคใต้ จะพบว่า ข้าวกะเทาะเปลือกจะให้ความกว้างมากกว่าข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ ขณะที่ความกว้างของเมล็ดข้าวจะมีค่าแตกต่างกัน และไม่เท่ากันในแต่ละชนิดพันธุ์ข้าว ทั้งนี้เมื่อพิจารณาข้าวชนิดเดียวกัน แต่ปลูกต่างแหล่งผลิตกัน จะมีขนาดความกว้างเมล็ดไม่เท่ากัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวสังข์หยดที่ปลูกในจังหวัดตรังและพัทลุง จะพบว่าขนาดเมล็ดของข้าวสังข์หยดจากจังหวัดตรัง ซึ่งปลูกบริเวณพื้นที่ข้าวไร่จะมีขนาดเมล็ดกว้างกว่าข้าวสังข์หยดจากจังหวัดพัทลุงซึ่งปลูกในพื้นที่นาสวน ขนาดของเมล็ดด้านความกว้าง จะพบว่าในกลุ่มข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง จะมีขนาดความกว้างมากที่สุด รองลงมาได้แก่ข้าวดอกข่าพังงา และข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 2.23 ถึง 2.48 มิลลิเมตร เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง ผลปรากฏว่าความกว้างของข้าวจากการผลิตทั้ง 4 แบบ มีค่าแตกต่างกัน และมีแนวโน้มว่าข้าวกะเทาะเปลือกจะมีความกว้างมากกว่าข้าวที่นำไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง

การตรวจวัดความหนาของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสารในข้าวพื้นเมือง จำนวน 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 7) พบว่าความหนาของข้าวแต่ละสายพันธุ์ จะมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดสายพันธุ์ข้าว โดยข้าวที่มีความหนามากที่สุดได้แก่ ข้าวดอกข่า (พังงา) รองลงมาคือ ข้าวสังข์หยด(ตรัง)ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวเล็บนก(ตรัง) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวมะลิแดง (พังงา)ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) และข้าวฮัลฮัม (สตูล) ตามลำดับโดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.06 ถึง 1.93 มิลลิเมตร เมื่อนำไปทำข้าวกล้องงอก

และข้าวงอกนึ่ง ปรากฏว่าทั้ง 4 วิธีการ จะให้ขนาดความหนาของเมล็ดแตกต่างจากข้าวกะเทาะเปลือกอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีแนวโน้มว่าการทำข้าวงอกจะให้ความหนาของเมล็ดมากกว่าข้าวกะเทาะเปลือก

เมื่อทำการวิเคราะห์อัตราความกว้างต่อความยาวของเมล็ดข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 8) พบว่า ความกว้างต่อความยาวของเมล็ดในข้าวกล้องกะเทาะเปลือกของข้าวทดลอง มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน โดยข้าวชนิดเดียวกันที่ ทำการผลิตต่างกัน 4 วิธีการ นำมาสีข้าวต่างกัน 3 แบบ คือสีข้าวแบบกะเทาะเปลือก แบบข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร พบว่าอัตราความกว้างต่อความยาวของเมล็ดข้าวกะเทาะเปลือกจะมีค่าต่ำที่สุด ทั้งนี้ข้าวชนิดเดียวกัน แต่ปลูกต่างพื้นที่ จะให้อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราความยาวต่อความกว้างของเมล็ดมีค่ามากที่สุดในข้าวดอกพะยอม (ตรัง) รองลงมาได้แก่ ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) และข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาน้ำหนักต่อ 1,000 เมล็ด (ตารางที่ 9) พบว่า ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 25.38 กรัม รองลงมา ได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเหนียวดำ(พัทลุง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) และ ข้าวเล็บนก (ตรัง) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 14.06 ถึง 21.50 กรัม ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบข้าวชนิดเดียวกันแต่ผลิตต่างแหล่งกัน พบว่าจะมีค่าน้ำหนักเมล็ดแตกต่างกันตามไปด้วย โดยข้าวกะเทาะเปลือกมีแนวโน้มน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ การทดลองครั้งนี้ให้ค่าน้ำหนักเมล็ดแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่อาจเนื่องมาจากปัจจัยภายนอก ได้แก่ วิธีการปลูก การใช้ปุ๋ย การเก็บเกี่ยวและสภาพพื้นที่ เป็นต้น เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอก และข้างงอกนึ่ง ทั้ง 4 วิธีการ พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะให้ค่าน้ำหนักไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ข้าวกล้องงอกส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักเมล็ดข้าวมากกว่าข้าวกะเทาเปลือก ยกเว้น บางตัวอย่างเมื่อผลิตเป็นข้าวกล้องงอก จะให้น้ำหนักเมล็ดลดลง เช่น ข้าวดอกพะยอม ส่วนข้าวงอกนึ่ง พบว่ามีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักเมล็ดมากกว่าข้าวกะเทาะเปลือก สอดคล้องกับรายงานของกรกฤต (2551) ที่พบว่าข้าวหอมมะลิ 105 ที่ผ่านการผลิตเป็นข้าวนึ่งกล้อง มีน้ำหนักเมล็ดเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยน้ำหนักเมล็ดข้าวนึ่งกล้อง มีน้ำหนักต่อเมล็ดสูงกว่าข้าวกล้องชุดควบคุม อาจเกิดจากการแช่น้ำที่เพิ่มอุณหภูมิในการแช่ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางกลุ่มที่สร้างสารต่างๆ หรือกระตุ้นการผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นในเมล็ดข้าวทำให้น้ำหนักมากขึ้น และขนาดของเมล็ดข้าวนึ่งกล้องมีความยาวสูงกว่าข้าวกล้องชุดควบคุม แต่ความกว้างและความหนาน้อยกว่า อาจเป็นเพราะ เมล็ดข้าวนึ่งกล้องมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น ทำให้เมล็ดข้าวเรียวขึ้น กว้างและหนาน้อยลง สอดคล้องกับรายงานของ Saif Suter and Lan (2004) ศึกษาผลของกระบวนการทำข้าวนึ่งต่อขนาดของข้าว พบว่ากระบวนการผลิตข้าวนึ่งทำให้ความกว้าง และความยาวของข้าวเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับรายงานของ Thakor and Guptar (2005)

ตารางที่ 5 ความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	7.45±0.02^{a}	7.31±0.03^{b}	7.14±0.03
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.51±0.07^{a}	7.36±0.09^{b}	7.20±0.03
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.50±0.06^{a}	7.32±0.06^{b}	7.13±0.02
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	6.55±0.06^{c}	7.61±0.06^{a}	7.13±0.04
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.33±0.01^{b}	7.58±0.02^{a}	7.12±0.09
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	6.19±0.03^{d}	6.10±0.05^{b}	6.02±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	6.33±0.06^{c}	6.60±0.50^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.18±0.05^{d}	6.80±0.07^{a}	6.52±0.07^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	6.81±0.06^{b}	6.61±0.03^{a}	6.39±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	6.92±0.06^{a}	6.60±0.03^{a}	6.39±0.04^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	8.37±0.23^{a}	7.81±0.07^{a}	7.60±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.60±0.04^{c}	7.54±0.07^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.83±0.03^{b}	7.47±0.07^{cd}	6.94±0.15^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.72±0.03^{bc}	7.66±0.01^{b}	7.460±.23^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.62±0.01^{c}	7.40±0.01^{d}	7.54±0.06^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	7.25±0.05^{c}	7.43±0.03^{a}	7.41±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.55±0.02^{a}	7.50±0.06^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.20±0.04^{c}	6.71±0.02^{b}	6.55±0.10^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	6.93±0.01^{d}	6.71±0.05^{b}	5.65±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.38±0.03^{b}	7.49±0.04^{a}	7.46±0.03^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	7.65±0.10^{a}	7.53±0.02^{a}	7.15±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.48±0.01^{b}	7.48±0.03^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.45±0.07^{b}	6.87±0.02^{c}	6.92±0.07^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.16±0.05^{c}	6.97±0.02^{b}	7.06±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.55±0.06^{ab}	7.52±0.09^{a}	7.01±0.06^{b}
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	5.77±0.01^{ab}	5.59±0.04^{b}	5.39±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	5.63±0.02^{bc}	5.65±0.11^{ab}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	5.89±0.18^{a}	5.46±0.02^{c}	5.60±0.10^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	5.58±0.07^{c}	5.76±0.08^{a}	5.40±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	5.72±0.05^{bc}	5.64±0.02^{ab}	5.32±0.00^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 5(ต่อ) ความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	5.58±0.02^{d}	5.67±0.09^{b}	5.55±0.08^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	5.79±0.02^{b}	5.46±0.01^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	5.79±0.02^{b}	5.67±0.03^{b}	5.27±0.10^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	5.95±0.01^{a}	5.72±0.05^{b}	5.21±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	5.62±0.03^{c}	5.96±0.13^{a}	6.17±0.79^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	7.70±0.04^{a}	7.48±0.09^{a}	7.04±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.62±0.08^{b}	7.45±0.01^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.59±0.01^{b}	7.33±0.00^{b}	7.20±0.09^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.50±0.05^{c}	7.46±0.02^{a}	7.31±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.32±0.03^{d}	7.24±0.02^{c}	7.20±0.10^{a}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	8.16±0.02^{a}	7.86±0.02^{a}	7.24±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.89±0.11^{b}	7.36±0.04^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.81±0.07^{b}	7.47±0.09^{c}	7.09±0.02^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.82±0.07^{b}	7.60±0.03^{b}	7.52±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.59±0.08^{c}	7.11±0.09^{e}	7.37±0.02^{b}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	6.51±0.15cd	6.48±0.02^{b}	6.10±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	6.59±0.03bc	6.51±0.05^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.72±0.04b	6.47±0.07^{b}	5.84±0.02^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	6.43±0.10d	6.23±0.02^{c}	6.34±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.27±0.05a	6.66±0.03^{a}	6.56±0.04^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	6.79±0.20^{c}	6.66±0.20^{b}	6.40±0.04
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.17±0.08^{b}	6.47±0.04^{bc}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.50±0.18^{d}	6.61±0.05^{bc}	6.40±0.07
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	6.43±0.09^{d}	6.26±0.11^{c}	6.39±0.02
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.45±0.13^{a}	7.10±0.35^{a}	6.46±0.10
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	6.81±0.07^{c}	6.58±0.04^{bc}	6.66±0.09^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.08±0.03^{b}	6.27±0.10^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.49±0.08^{d}	6.88±0.15^{ab}	6.72±0.07^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.31±0.07^{a}	6.96±0.08^{a}	6.73±0.11^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	6.58±0.08^{d}	7.02±0.33^{a}	6.48±0.11^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 5(ต่อ) ความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	5.50±0.10^{b}	5.70±0.04^{bc}	5.39±0.07^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	5.71±0.05^{b}	5.63±0.04^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.08±0.33^{a}	5.84±0.09^{a}	5.55±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	5.69±0.06^{b}	5.35±0.05^{d}	5.29±0.04^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	5.64±0.05^{b}	5.77±0.01^{ab}	5.68±0.03^{a}
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	7.54±0.01^{b}	7.20±0.04^{c}	7.10±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.32±0.04^{d}	7.17±0.06^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.39±0.05^{c}	7.29±0.06^{b}	7.14±0.08^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.77±0.03^{a}	7.62±0.05^{a}	7.23±0.13^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.38±0.03^{c}	7.29±0.00^{b}	7.02±0.02^{b}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	6.93±0.06^{a}	6.81±0.03^{c}	6.52±0.09^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	6.69±0.09^{c}	6.51±0.06^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.83±0.01^{b}	7.36±0.00^{a}	6.61±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	6.92±0.04^{ab}	6.92±0.00^{b}	6.56±0.02^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	6.85±0.03^{ab}	6.89±0.04^{b}	6.88±0.05^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 6 ความกว้างของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความกว้างเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	2.23±0.01^{a}	1.94±0.05^{b}	1.78±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.08±0.01^{b}	2.01±0.02^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.61±0.01^{e}	1.62±0.01^{c}	1.57±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.05±0.02^{c}	1.97±0.02^{b}	1.62±0.01^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.69±0.01^{d}	1.62±0.04^{c}	1.60±0.20^{b}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	1.44±0.00^{bc}	1.47±0.04^{b}	1.47±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.50±0.02^{b}	1.44±0.01^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.43±0.01^{c}	1.47±0.07^{b}	1.41±0.03^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.50±0.06^{b}	1.45±0.08^{b}	1.44±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.77±0.04^{a}	1.64±0.01^{a}	1.61±0.01^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	1.94±0.04^{b}	1.66±0.01^{e}	1.54±0.13^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.07±0.01^{a}	1.89±0.01^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.04±0.01^{a}	1.69±0.02^{c}	1.62±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.05±0.10^{a}	2.08±0.01^{a}	2.06±0.17^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.02±0.01^{a}	1.93±0.05^{d}	1.67±0.02^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	2.07±0.05^{b}	2.05±0.01^{b}	2.04±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.05±0.00^{b}	2.06±0.03^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.67±0.02^{c}	1.64±0.01^{c}	1.52±0.06^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.83±0.06^{d}	1.75±0.01^{c}	1.35 ±0.05^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.39±0.03^{a}	2.21±0.04^{a}	2.00±0.01^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	2.11±0.00^{b}	1.84±0.05^{b}	1.69±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.09±0.02^{b}	2.12±0.02^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.07±0.02^{b}	1.73±0.03^{c}	1.74±0.04^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.17±0.04^{a}	2.07±0.02^{a}	1.69±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.09±0.02^{b}	1.73±0.01^{c}	1.78±0.03^{a}
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	1.82±0.06^{c}	1.63±0.03^{b}	1.48±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.60±0.01^{d}	1.55±0.07^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.94±0.04^{b}	1.62±0.00^{b}	1.98±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.07±0.02^{a}	1.97±0.03^{a}	2.03±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.10±0.01^{a}	1.97±0.00^{a}	1.44±0.05^{c}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 6 (ต่อ) ความกว้างของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความกว้างเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	2.03±0.03^{c}	1.59±0.00^{a}	1.60±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.99±0.01^{a}	1.63±0.00^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.99±0.01^{a}	1.67±0.02^{bc}	1.57±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.97±0.01^{ab}	1.71±0.06^{b}	1.48±0.07^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.94±0.04^{b}	1.50±0.05^{d}	1.63±0.02^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	1.99±0.01^{b}	1.97±0.01^{a}	1.69±0.01^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.07±0.02^{a}	1.78±0.02^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.97±0.01^{b}	1.60±0.06^{c}	1.60±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.04±0.04^{a}	2.00±0.07^{a}	1.77±0.11^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.73±0.03^{c}	1.65±0.03^{c}	1.58±0.06^{b}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	2.29±0.09^{a}	1.91±0.03^{b}	1.74±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.22±0.01^{a}	2.19±0.03^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.11±0.04^{b}	1.95±0.06^{b}	1.63±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.04±0.04^{b}	1.94±0.05^{b}	2.01±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.57±0.07^{c}	1.72±0.02^{c}	1.71±0.08^{bc}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	2.77±0.02^{b}	2.48±0.01^{a}	2.31±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.76±0.02^{a}	2.62±0.05^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.37±0.02^{c}	2.38±0.11^{cd}	2.39±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.29±0.04^{d}	2.32±0.06^{d}	2.29±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.77±0.07^{a}	2.45±0.03^{c}	2.41±0.02^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	3.00±0.10^{b}	2.10±0.10^{a}	2.11±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.42±0.01^{c}	1.58±0.02^{bc}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.48±0.04^{b}	2.02 ±0.01^{b}	1.92±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.10±0.01^{b}	2.12±0.01^{d}	1.97±0.10^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.40±0.00^{a}	2.33±0.10^{c}	2.39±0.07^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	2.20±0.02^{bc}	1.97±0.01^{c}	2.00±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.16±0.08^{c}	2.27±0.01^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.26±0.00^{ab}	1.93±0.02^{d}	1.83±0.04^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.30±0.02^{a}	2.20±0.03^{b}	2.33±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.00±0.05^{d}	2.25±0.02^{a}	2.15±0.04^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 6 (ต่อ) ความกว้างของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความกว้างเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	1.80±0.04^{b}	1.67±0.11^{c}	1.61±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.12±0.05^{a}	1.80±0.04^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.09±0.10^{a}	1.79±0.05^{b}	1.80±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.16±0.01^{a}	1.81±0.04^{b}	1.74±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.18±0.03^{b}	1.80±0.01^{a}	1.58±0.06^{b}
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	1.97±0.01^{c}	1.73±0.08^{a}	1.65±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.67±0.03^{d}	1.67±0.11^{cd}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.98±0.00^{b}	1.79±0.01^{bc}	1.72±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.05±0.02^{a}	1.82±0.04^{b}	1.62±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.59±0.02^{e}	1.60±0.05^{d}	1.60±0.04^{b}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	1.85±0.03^{a}	1.73±0.06^{b}	1.68±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.75±0.03^{b}	1.67±0.11^{bc}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.71±0.04^{bc}	2.13±0.00^{a}	2.09±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.80±0.03^{a}	1.74±0.02^{b}	1.64±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.69±0.02^{c}	1.57±0.03^{c}	1.65±0.04^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 7 ความหนาของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความหนาเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	1.84±0.00^{a}	1.64±0.03^{a}	1.48±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.87±0.09^{a}	1.65±0.01^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.17±0.01^{b}	1.10±0.01^{c}	1.03±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.19±0.00^{b}	1.13±0.02^{bc}	1.04±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.22±0.01^{b}	1.15±0.02^{b}	1.08±0.01^{b}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	1.10±0.01^{bc}	1.08±0.03	1.08±0.03
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.07±0.03^{c}	1.11±0.01	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.12±0.01^{ab}	1.12±0.00	1.07±0.05
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.14±0.02^{a}	1.12±0.03	1.11±0.01
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.11±0.02^{ab}	1.12±0.04	1.11±0.05
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	1.30±0.09^{c}	1.66±0.01^{b}	1.07±0.02^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.78±0.04^{a}	1.66±0.01^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.70±0.02^{b}	1.31±0.00^{c}	1.17±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.75±0.04^{b}	1.76±0.01^{a}	1.76±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.68±0.02^{b}	1.29±0.01^{d}	1.71±0.01^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	1.67±0.01^{c}	1.73±0.00^{b}	1.76±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.74±0.01^{b}	1.80±0.01^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.11±0.02^{d}	1.25±0.01^{d}	1.18±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.06±0.02^{e}	1.28±0.01^{c}	1.14±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.84±0.03^{a}	1.71±0.04^{b}	1.73±0.02^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	1.78±0.06^{a}	1.65±0.05^{b}	1.28±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.80±0.01^{a}	1.80±0.00^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.77±0.02^{a}	1.27±0.03^{c}	1.24±0.01^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.70±0.00^{b}	1.17±0.03^{d}	1.24±0.02^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.82±0.01^{a}	1.21±0.01^{d}	1.18±0.08^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 7 (ต่อ) ความหนาของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความหนาเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	1.57±0.03^{b}	1.48±0.03^{b}	1.08±0.03^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.13±0.02^{c}	1.04±0.04^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.57±0.03^{b}	1.05±0.02^{c}	1.60±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.77±0.02^{a}	1.60±0.01^{a}	1.74±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.78±0.01^{a}	1.56±0.07^{a}	1.13±0.03^{c}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	1.12±0.01^{b}	1.51±0.04^{a}	1.07±0.02^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.59±0.00^{a}	1.08±0.01^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.59±0.01^{a}	1.29±0.00^{b}	1.22±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.58±0.03^{a}	1.47±0.01^{a}	1.10±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.58±0.05^{a}	1.30±0.05^{b}	1.14±0.01^{b}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	1.71±0.05^{a}	1.61±0.05^{b}	1.10±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.73±0.03^{a}	1.51±0.06^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.69±0.01^{a}	1.16±0.05^{d}	1.16±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.75±0.02^{a}	1.71±0.01^{a}	1.54±0.09^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.28±0.04^{b}	1.20±0.01^{d}	1.13±0.02^{b}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	1.93±0.02^{a}	1.68±0.01^{b}	1.18±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.79±0.01^{b}	1.77±0.01^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.37±0.03^{c}	1.22±0.02^{d}	1.23±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.36±0.02^{c}	1.26±0.02^{c}	1.12±0.01^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.20±0.02^{d}	1.18±0.03^{e}	1.28±0.01^{a}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	1.42±0.01^{d}	1.90±0.04^{a}	1.37±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.92±0.01^{a}	1.50±0.06^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.48±0.02^{b}	1.51±0.01^{b}	1.38±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.45±0.01^{c}	1.22±0.00^{d}	1.30±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.93±0.02^{a}	1.42±0.00^{c}	1.36±0.03^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 7 (ต่อ) ความหนาของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความหนาเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	1.29±0.01^{b}	2.11±0.02^{a}	1.35±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.07±0.01^{d}	1.85±0.01^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.29±0.01^{b}	1.83±0.00^{b}	1.38±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.19±0.01^{c}	1.25±0.05^{d}	1.14±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.76±0.01^{a}	1.79±0.01^{c}	1.51±0.06^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	1.71±0.03^{b}	1.24±0.05^{c}	1.25±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.78±0.06^{a}	1.81±0.04^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.76±0.01^{ab}	1.38±0.00^{b}	1.29±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.78±0.02^{a}	1.80±0.03^{a}	1.76±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.20±0.02^{c}	1.79±0.04^{a}	1.81±0.03^{a}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	1.06±0.01^{e}	1.05±0.05^{d}	1.06±0.06
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.59±0.03^{b}	1.13±0.03^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.55±0.01^{c}	1.27±0.02^{b}	1.29±0.01
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.63±0.01^{a}	1.29±0.06^{b}	1.11±0.02
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.19±0.02^{d}	1.65±0.00^{a}	1.11±0.01
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	1.20±0.01^{b}	1.69±0.03^{a}	1.11±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.16±0.00^{b}	1.04±0.04^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.19±0.03^{b}	1.09±0.03^{c}	1.04±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.25±0.05^{a}	1.18±0.05^{b}	1.12±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.08±0.02^{c}	1.09±0.02^{c}	1.25±0.02^{a}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	1.32±0.01	1.30±0.03^{b}	1.14±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.21±0.02	1.18±0.02^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.18±0.01	1.81±0.01^{a}	1.71±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.29±0.17	1.34±0.02^{b}	1.14±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.25±0.04	1.22±0.02^{c}	1.24±0.03^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 8 อัตราความกว้างความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	อัตราความกว้างความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	3.34±0.02^{d}	3.77±0.11^{b}	4.02±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.62±0.05^{c}	3.67±0.02^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	4.68±0.02^{a}	4.54±0.02^{a}	4.54±0.10^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.21±0.05^{e}	3.86±0.07^{b}	4.42±0.07ab
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	4.34±0.03^{b}	4.69±0.14^{a}	4.51±0.51^{a}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	4.30±0.01^{b}	4.17±0.14^{b}	4.11±0.00^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	4.22±0.02^{b}	4.59±0.38^{ab}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	4.34±0.01^{b}	4.63±0.18^{a}	4.64±0.13^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	4.55±0.15^{a}	4.57±0.27^{b}	4.45±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	4.23±0.08^{b}	3.73±0.00^{c}	3.81±0.03^{d}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	5.07±0.28^{a}	5.02±0.02^{a}	3.94±0.24^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.67±0.00^{b}	4.00±0.02^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.84±0.04^{b}	4.43±0.00^{b}	4.29±0.09^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.77±0.17^{b}	3.69±0.02^{d}	3.66±0.40^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	3.78±0.03^{b}	4.55±0.15^{b}	3.84±0.00^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	3.54±0.11^{c}	3.65±0.02^{b}	3.58±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.68±0.01^{c}	3.47±0.02^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	4.33±0.02^{b}	3.87±0.00^{a}	3.81±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	5.17±0.25^{a}	3.84±0.06^{a}	3.09±0.09^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	3.09±0.02^{d}	3.40±0.09^{c}	3.74±0.04^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	3.64±0.03^{a}	4.23±0.12^{a}	4.18±0.06
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.59±0.04^{a}	3.53±0.02^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.61±0.06^{a}	3.97±0.06^{b}	3.99±0.12
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.31±0.05^{b}	3.38±0.04^{d}	4.18±0.06
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	3.63±0.06^{a}	4.36±0.06^{a}	3.94±0.03

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 8 (ต่อ) อัตราความกว้างความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	อัตราความกว้างความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	3.18±0.10^{b}	3.44±0.05^{b}	3.64±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.52±0.03^{a}	3.66±0.24^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.04±0.03^{c}	3.37±0.01^{b}	2.84±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.70±0.01^{d}	2.93±0.01^{c}	2.66±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.72±0.01^{d}	2.86±0.01^{c}	3.71±0.12^{a}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	3.52±0.04^{a}	2.80±0.04^{c}	3.48±0.05^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.91±0.02^{c}	3.36±0.02^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.91±0.02^{c}	3.41±0.05^{b}	3.36±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.02±0.02^{b}	3.36±0.14^{b}	3.53±0.19^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.90±0.08^{c}	4.00±0.21^{a}	3.79±0.43^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	3.88±0.01^{b}	3.80±0.02^{d}	4.18±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.69±0.08^{c}	4.19±0.06^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.85±0.02^{b}	4.61±0.19^{a}	4.51±0.23^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.68±0.05^{c}	3.74±0.13^{d}	4.16±0.27^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	4.25±0.04^{a}	4.39±0.09^{b}	4.56±0.11^{a}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	3.57±0.15^{c}	4.12±0.08^{a}	4.18±0.15^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.56±0.06^{c}	3.36±0.06^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.71±0.11^{c}	3.84±0.15^{b}	4.35±0.09^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.84±0.11^{b}	3.92±0.09^{b}	3.75±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	4.84±0.17^{a}	4.15±0.09^{a}	4.33±0.20^{a}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	2.62±0.08^{b}	2.34±0.01^{c}	2.65±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.39±0.03^{c}	2.49±0.03^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.83±0.01^{a}	2.73±0.10^{a}	2.45±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.81±0.09^{a}	2.70±0.09^{a}	2.78±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.63±0.09^{b}	2.73±0.02^{a}	2.72±0.01^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 8 (ต่อ) อัตราความกว้างความยาวของเมล็ดข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	อัตราความกว้างความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	3.25±0.24^{b}	3.23±0.18^{a}	3.04±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	4.54±0.08^{a}	2.68±0.01^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.22±0.15^{b}	2.67±0.00^{b}	3.34±0.09^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.07±0.04^{b}	2.96±0.07^{b}	3.26±0.16^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	3.11±0.04^{b}	3.06±0.28^{a}	2.71±0.11^{c}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	3.10±0.06^{b}	3.35±0.03^{b}	3.34±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.29±0.13^{a}	2.77±0.05^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.88±0.02^{c}	3.57±0.05^{a}	3.68±0.12^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.18±0.06^{b}	3.18±0.01^{c}	2.89±0.05^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	3.30±0.04^{a}	3.13±0.18^{c}	3.02±0.00^{c}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	3.06±0.01^{a}	3.43±0.25^{a}	3.36±0.17^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.70±0.08^{c}	3.14±0.09^{bc}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.92±0.02^{b}	3.26±0.04^{ab}	3.09±0.05^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.63±0.04^{c}	2.96±0.04^{c}	3.05±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	3.14±0.07^{a}	2.65±0.02^{d}	3.62±0.17^{a}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	4.37±0.01^{b}	3.66±0.13^{c}	4.31±0.06^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	4.38±0.10^{b}	4.31±0.32^{ab}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.74±0.02^{c}	4.07±0.01^{b}	4.17±0.16^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.80±0.01^{c}	4.19±0.06^{b}	4.47±0.11^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	4.66±0.06^{a}	4.58±0.16^{a}	4.39±0.12^{a}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	3.75±0.02^{b}	3.95±0.14^{b}	3.89±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.84±0.11^{b}	3.91±0.22^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.99±0.09^{a}	3.47±0.01^{c}	3.17±0.00^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.85±0.09^{b}	3.98±0.04^{b}	4.00±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	4.06±0.02^{a}	4.39±0.11^{a}	4.17±0.07^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 9 น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	18.61±0.05[a]	17.81±0.17[a]	17.13±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	18.61±0.17[a]	17.82±0.02[a]	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	17.57±0.09[b]	17.34±0.02[b]	16.44±0.12[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	17.22±0.08[c]	17.11±0.06[c]	17.32±0.18[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	18.71±0.09[a]	17.90±0.04[a]	17.72±0.02[a]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	15.13±0.03	14.47±0.03[b]	14.58±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	14.47±0.03	13.86±0.02[c]	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	14.85±0.03	17.02±0.28[a]	15.03±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	14.83±0.15	14.24±0.01[b]	13.80±0.19[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	9.63±8.34	14.40±0.04[b]	13.91±0.25[c]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	21.36±0.06[a]	20.71±0.03[b]	19.91±0.27
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.76±0.09[c]	19.44±0.16[c]	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	20.72±0.05[b]	20.44±0.06[b]	19.91±0.23
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.47±0.10[b]	20.41±0.23[b]	19.95±0.39
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	20.86±0.10[b]	21.77±0.41[a]	20.41±0.28
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	20.16±0.29[b]	20.21±0.22[a]	19.10±0.15[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	19.98±0.41[c]	20.14±0.19[a]	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	20.88±0.30[a]	19.32±0.12[b]	18.68±0.16[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.88±0.30[a]	19.49±0.07[b]	19.40±0.18[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	19.56±0.02[bc]	19.43±0.11[b]	19.32±0.11[ab]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	21.50±0.06	21.17±0.06[b]	21.20±0.24[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	21.50±0.27	21.26±0.17[b]	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	21.57±0.15	21.14±0.04[b]	19.71±0.09[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	21.57±0.25	21.49±0.06[a]	20.52±0.04[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	21.46±0.06	20.38±0.06[c]	20.91±0.01[b]

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 9 (ต่อ) น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	14.06±0.04^{b}	13.51±0.06^{b}	13.37±0.07^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	14.28±0.02^{a}	14.53±0.31^{a}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	13.88±0.11^{c}	13.36±0.10^{b}	13.07±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	14.32±0.11^{a}	13.35±0.09^{b}	13.07±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	13.82±0.07^{c}	13.37±0.09^{b}	13.11±0.21^{b}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	14.60±0.18^{b}	14.02±0.04^{c}	13.45±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	14.48±0.09^{b}	14.03±0.21^{c}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	14.50±0.14^{b}	14.33±0.09^{b}	13.27±0.07^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	14.78±0.11^{a}	14.36±0.03^{b}	13.36±0.08^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	13.80±0.08^{c}	14.64±0.08^{a}	13.21±0.09^{c}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	18.99±0.94^{b}	19.50±0.04^{a}	19.08±0.20
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	18.28±0.15^{b}	18.27±0.16^{d}	0
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	19.90±0.00^{a}	19.18±0.12^{b}	19.02±0.40
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	19.81±0.02^{a}	19.41±0.08^{a}	19.00±0.05
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	20.37±0.04^{a}	18.87±0.05^{c}	18.98±0.10
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	20.20±0.04^{b}	19.87±0.03^{a}	18.74±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.37±0.15^{ab}	19.83±0.05^{a}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	20.24±0.07^{b}	20.04±0.20^{a}	19.22±0.20^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.27±0.04^{b}	19.31±0.04^{b}	18.31±0.16^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	20.51±0.19^{a}	19.91±0.35^{a}	20.02±0.08^{a}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	25.38±0.24^{ab}	25. 32±0.42^{a}	24.53±0.14^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	25.53±0.11^{a}	24.81±0.75^{a}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25.05±0.25^{b}	25.28±0.22^{a}	24.73±0.09^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	24.26±0.11^{c}	23.63±0.31^{b}	22.86±0.22^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	25.43±0.30^{ab}	24.61±0.69^{a}	24.47±0.03^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 9 (ต่อ) น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	20.87±0.15^{b}	20.19±0.14^{a}	20.68±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	21.72±0.44^{a}	18.52±0.57^{c}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	20.61±0.35^{b}	19.68±0.09^{b}	19.43±0.23^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.82±0.34^{b}	20.62±0.02^{a}	19.81±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	20.94±0.17^{b}	20.60±0.04^{a}	19.79±0.09^{b}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	20.67±0.22^{c}	20.23±0.37^{b}	20.36±0.10^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.67±0.12^{c}	20.03±0.07^{b}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	21.11±0.23^{b}	20.90±0.32^{a}	20.15±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	21.08±0.23^{b}	20.16±0.06^{b}	20.14±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	21.52±0.14^{a}	19.94±0.13^{b}	19.33±0.15^{c}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	15.16±0.06^{b}	15.13±0.03^{ab}	14.72±0.07^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	15.40±0.10^{a}	14.94±0.04^{bc}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	15.49±0.06^{a}	14.75±0.07^{cd}	14.67±0.19^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	15.61±0.17^{a}	15.20±0.24^{a}	15.00±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	14.62±0.18^{c}	14.65±0.15^{d}	14.40±0.04^{c}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	20.13±0.05^{ab}	20.04±0.04	19.99±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.35±0.15^{a}	19.91±0.26	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	20.20±0.12^{ab}	20.23±0.12	19.38±0.40^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.24±0.10^{ab}	19.90±0.22	19.04±0.12^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	20.10±0.14^{b}	19.95±0.18	19.53±0.63^{ab}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	20.40±0.02	20.24±0.09^{a}	19.98±0.12^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.40±0.48	20.40±0.48^{a}	0.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	20.72±0.16	20.22±0.11^{a}	19.71±0.15^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.55±0.09	19.72±0.28^{b}	23.76±0.28^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	20.37±0.15	19.61±0.07^{b}	19.29±0.11^{c}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

คุณค่าทางโภชนาการ

จากการนำข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ ที่นิยมปลูก ใน 5 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และ ข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร จากนั้น นำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามกระบวนการ 2 วิธีการ และ ผลิตข้าวงอกนึ่ง ตามกระบวนการ 2 วิธีการเช่นกัน

จากการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่างข้าว (ตารางที่ 10) จะพบว่าข้าวกล้องทั้ง 15 ตัวอย่างมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงค่าไม่เกินร้อยละ 14 ซึ่งจัดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา โดยพบว่าข้าวสังข์หยด (ตรัง) มีปริมาณความชื้นสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 13.02 รองลงมาได้แก่ ข้าวข้าวเหนียวดำ(พัทลุง) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 12-13 ส่วนข้าวที่มีความชื้นต่ำที่สุด ได้แก่ ข้าวเฉี้ยง (พัทลุง) มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 11.55 จากการนำข้าวทุกตัวอย่างมาแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ จะพบว่าปริมาณความชื้นในตัวอย่างข้าวจะมีค่าแตกต่างจากข้าวก่อนการแปรรูป ต่างกันไปตามแต่ชนิดสายพันธุ์ข้าว โดยมีแนวโน้มส่วนใหญ่ จะให้ค่าสูงกว่าข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ส่วนการผลิตข้าวงอกนึ่ง 2 วิธีการให้ผลการทดสอบเช่นเดียวกับการผลิตข้าวกล้องงอก ทั้งนี้จะพบว่าการผลิตข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 และข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 ให้ปริมาณความชื้นในตัวอย่างข้าวสูงกว่า ข้าวกะเทาเปลือก (ก่อนทำงอก) เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการขัดสี จะพบว่าค่าความชื้นในข้าวกะเทาะเปลือกให้ความชื้นสูงกว่าข้าวซ้อมมือ และ ข้าวสาร ตามลำดับ ขณะที่ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1 จากไม่ทดลองในข้าวสาร เนื่องจากจมูกข้าวได้ถูกขัดหายไป จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความชื้นข้าวทุกตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 11 ถึง 14 เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา และส่งผลต่อการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เช่นเดียวกับงานวิจัยของผาณิต พบว่าปริมาณความชื้นในข้าวจากจังหวัดอุบลราชธานีมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 12.11-14.83 (ผาณิต และคณะ, 2555) ความชื้นถือเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญเกี่ยวกับคุณภาพของเมล็ดข้าวทั้งในข้าวเปลือกและข้าวสาร โดยจะใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำคัญในการซื้อขายข้าว จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในข้าวทั้ง 22 สายพันธุ์ พบว่าส่วนใหญ่มีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสินค้าข้าวที่กำหนดให้มีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2551) ซึ่งปริมาณความชื้นของข้าวที่ยอมรับว่าปลอดภัยต่อการเก็บรักษาข้าวที่เหมาะสมคือร้อยละ13 การตากข้าวเปลือกเพื่อลดความชื้นลงให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาจนถึงเวลาการสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสมก็จะทาให้ได้ข้าวเต็มเมล็ด และข้าวหักน้อย (อรอนงค์, 2547)

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในข้าวทดลองทั้ง 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 13) พบว่าข้าวกะเทาะเปลือกมีปริมาณโปรตีนในตัวอย่างสูงสุด คือเหนียวดำ (พัทลุง) มีค่าเท่ากับร้อยละ 11.07 รองลงมา ได้แก่ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ สตูล) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวมะลิแดง

(พังงา) และข้าวเฉี้ยงพัทลุง ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 7.70 ถึง 10.25 ทั้งนี้เมื่อนำมาแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอกปรากฏว่าข้าวทุกตัวอย่างจะมีปริมาณโปรตีนลดลง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยจะพบว่าข้าวเหนียวดำพัทลุงมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 9.1 8 และข้าวมะลิแดง (พังงา) มีปริมาณโปรตีนต่ำสุด เท่ากับ ร้อยละ 6.26 ต่างจากการแปรรูปเป็นข้าวงอกนึ่ง ทั้งสองวิธีการมีแนวโน้มให้ค่าปริมาณโปรตีนในตัวอย่างสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบการผลิตข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ จะพบว่าการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะยังคงค่าปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับตัวอย่างก่อนทดสอบ ส่วนการผลิตข้าวงอกนึ่ง ทั้งสองวิธีการจะให้ค่าปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้ข้าวงอกนึ่งตามวิธีการที่ 1 จะให้โปรตีนสูงกว่าการผลิตข้าวงอกนึ่งตามวิธีการที่ 2 อย่างไรก็ตาม ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างทดลองยังคงอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน และปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอกมีค่าใกล้เคียงกับข้าวที่ปลูกของประเทศอินเดียซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.97 (Deepa *et al*.,2008) แต่มีปริมาณโปรตีน โดยเฉลี่ยสูงกว่าข้าวที่ปลูกทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไนจีเรีย ซึ่งมีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 4.40 (Oko and Ugwu,. 2011) และข้าวที่ปลูกในจังหวัดอุบลราชธานี 9 สายพันธุ์ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.91 (ผาณิต และคณะ. 2555) ปริมาณโปรตีนในข้าวแต่ละสายพันธุ์จะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูก โดยจะมีมากในชั้นเปลือกหุ้มเมล็ดและเนื้อเมล็ดด้านนอกมากกว่าใจกลางเมล็ด ซึ่งในข้าวโดยทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 7.1-8.3 (ประวีณาและคณะ, 2555)

การทดลองครั้งนี้พบว่า ข้าวงอกนึ่งทั้ง 2 วิธีการมีแนวโน้มปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก สอดคล้องกับกรกฤต (2551) พบว่าข้าวหอมมะลิ 105 นึ่งกล้อง มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.84 สูงกว่าข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการนึ่งซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 7.41 อีกทั้งสอดคล้องกับสุรัตน์ และ กฤษณา (2551) ศึกษาข้าวหอมมะลิ 105 พบว่าปริมาณโปรตีนของข้าวนึ่งสูงกว่าข้าวกล้อง ทั้งนี้การที่ข้าวนึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า เป็นผลจากกระบวนการนึ่ง ทำให้เมล็ดแป้งเกิดการเจลาทิไนซ์ (gelatinization) ส่งผลให้โปรตีนเสียสภาพ กระจายตัวแทรกอยู่ในเม็ดสตาร์ชที่เจลาทิไนซ์แล้ว (Bhattacharya, 1996) และโปรตีนที่เกาะกับเมล็ดแป้งที่เจลาติไนซ์แน่น แยกออกจากเม็ดแป้งยากขึ้นในกระบวนการขัดสี จึงทำให้ข้าวนึ่งมีโปรตีนสูงกว่าข้าวกล้อง

จากการทดลองหาปริมาณเถ้าในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 12) พบว่าปริมาณเท่ามีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว โดยข้าวที่มีปริมาณเถ้าสูงสุด ได้แก่ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.4 1 รองลงมาได้แก่ ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวเฉี้ยง (พัทลุง) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) และข้าวดอกข่า (ตรัง) ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าปริมาณเถ้าในข้าวมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.81 - 1.59 เมื่อนำข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง ไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกที่แตกต่างกัน 2 วิธี และข้าวงอกต่างกัน 2 วิธีการ พบว่าการผลิตข้าวกล้องงอกทั้ง 2 วิธีการ มีผลต่อการลดลงของเถ้า เมื่อผลิตข้าวกล้องงอกโดยวิธีการที่ 1 แต่มีแนวโน้มว่าการผลิตข้าวกล้องงอกตามวิธีการที่ 2 จะทำให้ปริมาณเถ้ามีค่าไม่ต่างจากข้าวกะเทาะเปลือก ขณะที่การผลิตข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 มีแนวโน้มทำให้

ปริมาณเถ้าลดลง แต่วิธีการที่ 2 กลับมีปริมาณเถ้าในข้าวบางตัวอย่างมากกว่าปริมาณเถ้าในข้าวกะเทาะเปลือกเมื่อพิจารณาระดับการขัดสีจะพบว่าข้าวกะเทาะเปลือก มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณเถ้าของข้าวสามารถใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพของข้าวได้ เนื่องจากปริมาณเถ้าคือสารประกอบอนินทรีย์ที่เหลืออยู่หลังจากที่เผาให้สารประกอบอินทรีย์สลายไปหมดแล้ว อาจจะบ่งชี้ได้ว่ามีแร่ธาตุในข้าวมากน้อยเท่าไร (Oko and Ugwu,. 2011) โดย Juliano, 1985 ได้รายงานว่าปริมาณเถ้าของข้าวกล้องโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงร้อยละ 1.0-1.5 ซึ่งปริมาณเถ้าของข้าวทั้ง 22 สายพันธุ์ใกล้เคียงกับปริมาณเถ้าในข้าวสมุนไพรในประเทศอินเดียจำนวน 3 สายพันธุ์ คือ Njavara (1.42±0.06), Jyothi (1.54±0.09) และ IR64 (1.27±0.09) (Deepa *et al*.,2008) หรือปริมาณเถ้าในข้าวเหนียว RD-6 ซึ่งเป็นที่นิยมรับประทานทางภาคเหนือของประเทศไทย มีปริมาณเถ้าร้อยละ 1.96±0.11 (Moongngarm and Saetung,. 2010) ผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ กรกฤต (2551) พบว่าปริมาณเถ้าในข้าวหอมมะลิ 105 นึ่งกล้อง มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.21 ต่ำกว่าข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการนึ่ง คือร้อยละ 1.34 แต่ต่างจาก Heinemann *et, al.* (2005) พบว่า กระบวนการนึ่งทำให้ข้าวสารนึ่งมีปริมาณเถ้า และแร่ธาตุบางชนิดสูงกว่าข้าวสาร

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในข้าวตัวอย่างทั้ง 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 11) พบว่าปริมาณไขมันในข้าวกะเทาะเปลือกมีค่าแตกต่างกันตามสายพันธุ์ข้าว โดยปริมาณไขมันมีค่ามากที่สุดในข้าวเหนียวดำ (สตูล) เท่ากับร้อยละ 3.1 รองลงมา ได้แก่ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวดอกข่า (ตรัง)ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) เข้าหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) และข้าวเฉี้ยง (พัทลุง) ตามลำดับ ปริมาณไขมันจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.68 - 3.03 เมื่อนำไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ จะพบว่าปริมาณไขมันมีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนการผลิตข้าวงอกนึ่งทั้ง 2 วิธีการ ปรากฏว่าปริมาณไขมันมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาระดับการขัดสี พบว่าข้าวกะเทาะเปลือกจะมีปริมาณไขมันมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสารตามลำดับ ทั้งนี้ ไขมันที่อยู่ในข้าวส่วนใหญ่คือกลุ่มของไตรกลีเซอไรด์ ฟอสฟอลิพิด ไกลโคลิพิด และเทอร์พีนอยด์ มีปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง (Linoleic acid และ Oleic acid) (Henry and Kettlewell ., 1996) มีสมบัติช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลที่ไม่ดี (low-density lipoprotein cholesterol) (สมทรง และคณะ 2558)

ผลการทดลองนี้ สอดคล้องกับการทดลองของสุรัตน์ และกฤษณา (2551) พบว่าปริมาณไขมันของข้าวกล้องหอมมะลิ 105 มีค่ามากกว่าข้าวนึ่ง แต่ต่างจากรายงานของ Lee *et.al*., (2007) พบว่าปริมาณไขมันมีการเพิ่มขึ้นในระหว่างกระบวนการงอก เพราะมีการสังเคราะห์ทางชีวภาพ (biosynthesis) ทำให้ปริมาณมีการเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดไขมันนั้น กระบวนการทำข้าวนึ่งกล้องอาจมีผลกระตุ้นเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์และการออกซิไดซ์กรดไขมัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน

การทดลองนี้ บ่งชี้ว่าคุณค่าทางโภชนาการในข้าวซึ่งต่างแหล่งผลิตกัน แม้จะเป็นข้าวสายพันธุ์เดียวกัน แต่ก็จะให้คุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และมี เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง พบว่าปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน มีค่าแตกต่างจากข้าวกะเทาเปลือก แสดงว่าการทำข้าวกล้องงงอก และข้าวงอกนึ่ง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารในเมล็ดข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะการผลิตข้าวทั้งสองแบบ (4 วิธีการ) มีกระบวนการผลิตปลีกย่อยที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะงานวิจัยนี้ ใช้การเก็บตัวอย่างข้าวในพื้นที่ผลิตจริงตามแบบการผลิตของเกษตรกร โดยไม่ได้มีการควบคุมดูแลการผลิต การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการเก็บรักษา จึงอาจมีผลต่อการสะสมสารอาหารในเมล็ดข้าวให้มีความแตกต่างกันได้ จากจากปัจจัยสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และหารให้ปุ๋ยฯ เมื่อนำมาแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง ด้วยกระบวนการนำข้าวแช่ในน้ำที่และเพาะงอกงอก รวมทั้งนึ่งข้าว ตามแผนการทดลอง ก่อนที่นำมาวิเคราะห์ จึงอาจมีผลให้การเปลี่ยนแปลงสารอาหารในแต่ละตัวอย่างมีสภาวะที่เหมาะสมแตกต่างกันไป บางตัวอย่างมีการลดลงของสารอาหาร แต่บางตัวอย่างมีเพิ่มคุณค่าของสารอาหารทั้งปริมาณโปรตีนและไขมันให้สูงกว่าข้าวกะเทาเปลือกได้

แม้ว่าข้าวกล้องจะให้คุณค่าทางโภชนาการบางประการต่ำกว่าข้าวนึ่ง แต่ข้าวกล้องก็ยังคงมีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนสูงกว่าข้าวขาว โดยการวิเคราะห์ข้าวของประเทศไทย 1,787 สายพันธุ์ พบว่า ปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 7.48 ± 1.65 ซึ่งจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์สุทธิได้สูง ร่างกายย่อยง่ายเนื่องจากมีเส้นใยและแทนนินต่ำ (งามชื่น, 2542) นอกจากนี้ ลักษณะของสีเมล็ดข้าวคือ ข้าวขาว ข้าวแดง และข้าวดำ เป็นดรรชนีบ่งชี้ถึงความพิเศษของข้าวในการเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารและสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งนี้สัดส่วนร้อยละ 80 ของเมล็ดข้าวมีแป้งเป็นหลัก ที่เหลือคือโปรตีน วิตามินบี วิตามินอี และแร่ธาตุ อีกร้อยละ 20 เป็นรำและจมูกข้าว ข้าวมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ทั้งชนิดสารปฐมภูมิ คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินบี แร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัส เหล็ก และสังกะสี ไนอะซีน เส้นใยอาหาร และสารทุติยภูมิ คือ สารประกอบฟีนอลิก เช่น กรดเฟอรูลิก และสารกาบา แต่ปริมาณของสารอาหารดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ข้าว สภาวะการปลูก การขัดสี โดยจมูกข้าวเป็นแหล่งสะสมอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของต้นอ่อน จึงมีปริมาณสารอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และ สารพฤกษเคมีสูงกว่าส่วนอื่นๆ (จิราภรณ์ และคณะ, 2555)

ตารางที่ 10 ปริมาณความชื้นของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณความชื้น (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	13.02±0.01^{a}	12.30±0.20^{b}	12.55±0.25^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	11.81±0.05^{b}	11.30±0.30^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	13.07±0.01^{a}	11.80±0.20^{bc}	12.77±0.35^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	10.55±0.05^{c}	10.32±0.16^{d}	10.30±0.20^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	13.11±0.65^{a}	12.59±0.52^{a}	12.33±0.20^{a}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	12.42±0.25^{b}	12.00±0.10^{bc}	11.80±0.20^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	10.97±0.30^{c}	12.30±0.40^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	13.31±0.54^{a}	13.45±0.05^{a}	13.14±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.77±0.20^{b}	11.60±0.00^{c}	11.60±0.10^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.72±0.53^{b}	12.10±0.40^{b}	11.75±0.55^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	11.54±0.20^{b}	11.02±0.34^{ab}	11.60±0.2^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	11.94±0.23^{b}	11.60±0.20^{ab}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	12.65±0.20^{a}	11.35±0.25^{ab}	11.80±0.2^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	12.95±0.65^{a}	11.70±0.20^{a}	12.05±0.85^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	10.87±0.11^{c}	10.80±0.80^{b}	11.10±0.50^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	12.42±0.06^{a}	11.10±0.10	10.90±0.30^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	12.63±0.13^{a}	11.90±0.80	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	12.26±0.65^{a}	12.05±0.15	11.10±0.25^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.22±0.02^{b}	11.65±0.65	11.25±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.23±0.15^{a}	11.90±0.40	12.15±0.15^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	12.45±0.29^{b}	11.65±0.25^{b}	11.70±0.1^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.49±0.21^{a}	13.20±0.40^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.69±0.16^{c}	11.60±0.10^{b}	11.25±0.25^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.78±0.06^{c}	11.90±0.30^{b}	12.07±0.60^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.23±0.16^{d}	11.85±0.15^{b}	11.74±0.4^{ab}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 10 (ต่อ) ปริมาณความชื้นของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณความชื้น (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	12.86±0.08^{b}	11.84±0.08^{c}	11.19±0.19^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.80±0.06^{a}	13.03±0.13^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.39±0.40^{c}	10.47±0.10^{d}	11.79±0.30^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.73±0.44^{c}	12.03±0.06^{b}	10.84±0.17^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	13.14±0.25^{b}	13.17±0.13^{a}	13.14±0.09^{a}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	11.41±0.02^{d}	11.21±0.48^{b}	10.60±0.60^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.86±0.86^{a}	12.60±0.20^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	13.48±0.01^{b}	11.85±0.15^{ab}	11.95±0.45^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	12.38±0.11^{c}	12.35±0.35^{a}	12.30±0.40^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.81±0.03^{bc}	12.10±0.82^{a}	12.62±0.12^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	12.81±0.34^{a}	12.15±0.35^{a}	12.35±0.35^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	11.42±0.01^{c}	12.65±0.15^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.96±0.05^{b}	11.00±0.40^{b}	11.05±0.35^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	10.52±0.18^{d}	10.45±0.15^{b}	10.55±0.55^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.89±0.11^{b}	11.85±0.85^{a}	12.42±0.27^{a}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	11.84±0.04^{b}	11.15±0.15^{d}	11.40±0.00^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	12.13±0.12^{b}	12.85±0.05^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	13.40±0.24^{a}	13.46±0.43^{a}	13.17±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	10.74±0.76^{c}	11.85±0.35^{c}	11.06±0.06^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.94±0.51^{a}	11.85±0.15^{c}	12.35±0.55^{b}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	12.04±0.00^{a}	11.40±0.30^{c}	11.10±0.10^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	11.90±0.15^{a}	12.15±0.55^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.19±0.41^{b}	11.55±0.25^{bc}	10.38±0.10^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	10.45±0.40^{c}	10.41±0.25^{d}	11.30±0.60^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.22±0.07^{a}	12.30±0.20^{a}	12.69±0.04^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 10 (ต่อ) ปริมาณความชื้นของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณความชื้น (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	11.88±0.38^{b}	11.25±0.05^{c}	11.25±0.22^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	12.92±0.59^{a}	12.50±0.30^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	12.04±0.23^{b}	12.56±0.02^{a}	12.32±0.15^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	12.48±0.12^{ab}	12.40±0.10^{ab}	11.65±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.32±0.04^{ab}	12.15±0.15^{b}	12.30±0.60^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	11.52±0.10^{c}	11.45±0.15^{c}	11.55±0.35^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.22±0.18^{a}	12.60±0.30^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.90±0.12^{c}	11.85±0.15^{b}	10.95±0.55^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.71±0.10^{c}	11.79±0.17^{b}	11.45±0.05^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.72±0.46^{b}	12.50±0.10^{a}	12.05±0.85^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	12.82±0.52^{a}	11.78±0.34^{ab}	12.06±0.46^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.10±1.01^{a}	11.83±0.29^{ab}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	13.37±0.29^{a}	12.35±0.15^{a}	11.70±0.30^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	13.06±0.09^{a}	12.15±0.45^{ab}	12.55±0.35^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.68±0.19^{b}	11.55±0.25^{b}	11.70±0.00^{b}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	11.94±0.11^{c}	11.55±0.15	11.14±0.27^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.42±0.38^{a}	12.33±0.29	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	12.60±0.18^{b}	11.80±0.72	12.45±0.35^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	12.57±0.16^{b}	11.98±0.07	11.75±0.35^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.61±0.33^{b}	12.36±0.50	11.70±0.52^{b}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	12.62±0.05^{a}	11.10±0.30^{b}	10.85±0.75^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	12.41±0.15^{b}	12.25±0.25^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	12.83±0.13^{a}	11.25±0.35^{b}	11.17±0.59^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	12.27±0.13^{b}	12.00±0.30^{a}	11.10±0.10^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.57±0.12^{c}	11.40±0.40^{b}	12.01±0.38^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 11 ปริมาณไขมันของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณไขมัน (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	3.03±0.03[a]	2.83±0.03[a]	2.41±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.34±0.10[c]	2.14±0.10[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.63±0.20[b]	2.43±0.20[b]	2.03±0.18[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.93±0.10[a]	2.78±0.11[a]	2.55±0.08[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.57±0.16[b]	2.38±0.15[b]	2.01±0.10[b]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	2.53±0.15[a]	2.33±0.15[a]	2.15±0.13[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.25±0.10[b]	2.10±0.05[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.19±0.10[b]	2.04±0.04[b]	1.84±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.94±0.04[c]	1.74±0.04[c]	1.55±0.03[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.11±0.05[bc]	1.96±0.10[b]	1.74±0.13[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	2.16±0.12[a]	1.98±0.09[a]	1.74±0.05[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.70±0.04[c]	1.50±0.05[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.73±0.15[c]	1.53±0.15[c]	1.34±0.15[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.01±0.01[b]	1.86±0.02[b]	1.65±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.99±0.02[b]	1.82±0.05[b]	1.60±0.02[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	2.66±0.15[a]	2.46±0.15[a]	2.29±0.17[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.10±0.08[b]	1.96±0.11[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.61±0.10[a]	2.41±0.10[a]	2.23±0.08[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.51±0.15[a]	2.31±0.15[a]	2.14±0.13[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.06±0.05[b]	1.87±0.08[b]	1.65±0.06[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	1.73±0.05[a]	1.53±0.05[a]	1.33±0.05[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.24±0.02[c]	1.04±0.02[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.54±0.05[b]	1.34±0.05[b]	1.14±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.43±0.03[b]	1.23±0.03[b]	1.04±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.53±0.13[b]	1.33±0.13[b]	1.14±0.10[b]

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 11 (ต่อ) ปริมาณไขมันของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณไขมัน (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	1.97±0.02^{c}	1.77±0.02^{b}	1.45±0.10^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.44±0.04^{e}	1.24±0.04^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.04±0.03^{b}	1.82±0.01^{b}	1.64±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.54±0.05^{a}	2.34±0.05^{a}	2.13±0.06^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.62±0.01^{d}	1.42±0.02^{c}	1.22±0.02^{d}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	1.79±0.04^{a}	1.59±0.04^{a}	1.40±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.84±0.04^{a}	1.64±0.03^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.43±0.03^{c}	1.23±0.03^{c}	1.06±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.69±0.04^{b}	1.49±0.04^{b}	1.29±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.78±0.02^{a}	1.58±0.02^{a}	1.39±0.01^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	2.93±0.03^{a}	2.63±0.11^{a}	2.45±0.14^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.70±0.02^{e}	1.40±0.13^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.73±0.02^{b}	2.44±0.12^{a}	2.24±0.12^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.28±0.05^{c}	2.00±0.13^{b}	1.85±0.18^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.83±0.03^{d}	1.53±0.08^{c}	1.34±0.09^{c}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	3.00±0.03^{a}	2.77±0.04^{a}	2.57±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.70±0.05^{b}	2.50±0.04^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.23±0.10^{c}	2.09±0.08^{c}	1.97±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.23±0.02^{c}	2.08±0.01^{c}	1.85±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.94±0.03^{d}	1.74±0.02^{d}	1.54±0.02^{d}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	2.90±0.06^{a}	2.71±0.07^{a}	2.61±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.08±0.05^{c}	1.94±0.09^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.33±0.03^{b}	2.14±0.03^{b}	2.06±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.13±0.03^{c}	1.97±0.06^{c}	1.87±0.15^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.55±0.05^{d}	1.35±0.01^{d}	1.25±0.10^{d}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 11 (ต่อ) ปริมาณไขมันของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณไขมัน (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	3.11±0.09[a]	2.93±0.08[a]	2.74±0.09[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.97±0.05[b]	2.81±0.06[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.42±0.02[d]	2.23±0.02[d]	2.02±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.76±0.05[c]	2.59±0.06[c]	2.39±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.43±0.03[d]	2.22±0.02[d]	2.04±0.01[c]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	2.40±0.03[c]	2.22±0.03[c]	2.04±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.52±0.05[b]	2.33±0.05[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.61±0.01[a]	2.43±0.01[a]	2.23±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.12±0.01[e]	2.00±0.03[e]	1.81±0.04[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.26±0.05[d]	2.10±0.03[d]	1.94±0.07[c]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	2.72±0.03[a]	2.53±0.04[a]	2.31±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.22±0.02[b]	2.04±0.01[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.83±0.02[c]	1.58±0.02[c]	1.38±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.60±0.02[e]	1.39±0.03[e]	1.19±0.03[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.74±0.04[d]	1.52±0.01[d]	1.31±0.01[c]
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	2.51±0.01[a]	2.32±0.01[a]	2.13±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.47±0.02[b]	2.27±0.01[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.91±0.02[c]	1.72±0.03[c]	1.51±0.06[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.81±0.01[d]	1.62±0.01[d]	1.42±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.73±0.03[e]	1.56±0.04[e]	1.35±0.03[d]
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	2.94±0.04[a]	2.75±0.03[a]	2.55±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.64±0.05[b]	2.31±0.03[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.33±0.03[d]	2.14±0.02[c]	2.09±0.07[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.51±0.04[c]	2.32±0.06[b]	2.12±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.45±0.04[c]	2.27±0.01[b]	2.05±0.00[b]

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 12 ปริมาณเถ้าของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณเถ้า (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	1.41±0.03	1.09±0.01^{b}	0.72±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.48±0.26	0.72±0.04^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.16±0.03	0.95±0.04^{c}	0.56±0.01^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.26±0.15	1.13±0.02^{ab}	0.75±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.33±0.25	1.16±0.03^{a}	0.95±0.02^{a}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	2.41±0.40^{a}	1.46±0.01^{a}	1.11±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.92±0.16^{b}	1.22±0.02^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.74±0.12^{b}	1.23±0.12^{b}	1.11±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.98±0.06^{ab}	1.26±0.01^{b}	1.10±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.88±0.32^{b}	1.23±0.03^{b}	1.10±0.03^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	0.87±0.09^{b}	0.71±0.04^{b}	0.35±0.03^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.96±0.01^{b}	0.58±0.04^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.93±0.05^{b}	0.66±0.02^{c}	0.39±0.04^{cd}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.12±0.14^{a}	0.59±0.01^{d}	0.45±0.05^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.13±0.00^{a}	0.87±0.02^{a}	0.61±0.05^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	1.22±0.12^{a}	0.76±0.04^{bc}	0.72±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.96±0.03^{bc}	0.55±0.01^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.06±0.05^{b}	0.97±0.02^{a}	0.44±0.01^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.82±0.08^{d}	0.74±0.02^{c}	0.46±0.03^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.84±0.02^{cd}	0.80±0.01^{b}	0.56±0.03^{c}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	1.22±0.18^{a}	0.95±0.02^{a}	0.55±0.03^{bc}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.93±0.10^{b}	0.73±0.05^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.86±0.01^{bc}	0.66±0.01^{c}	0.56±0.01^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.72±0.09^{c}	0.60±0.01^{c}	0.51±0.06^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.16±0.04^{a}	0.98±0.10^{a}	0.77±0.03^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 12 (ต่อ) ปริมาณเถ้าของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณเถ้า (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	1.57±0.10^{ab}	1.55±0.12^{a}	0.80±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.37±0.05^{b}	0.94±0.02^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.44±0.10^{ab}	1.06±0.05^{c}	0.75±0.01^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.49±0.17^{ab}	1.27±0.00^{b}	1.11±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.63±0.04^{a}	1.48±0.01^{a}	0.71±0.09^{c}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	1.38±0.06^{b}	1.08±0.05^{c}	0.94±0.03
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.35±0.13^{bc}	0.96±0.10^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.23±0.04^{c}	1.16±0.03^{c}	0.86±0.02
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.25±0.05^{c}	1.20±0.04^{b}	0.99±0.04
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.65±0.02^{a}	1.46±0.04^{a}	0.97±0.18
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	0.81±0.27	0.50±0.01^{c}	0.38±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.93±0.03	0.63±0.03^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.84±0.03	0.64±0.06^{b}	0.52±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.92±0.02	0.59±0.02^{b}	0.42±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.85±0.00	0.74±0.04^{a}	0.52±0.04^{a}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	1.50±0.16^{a}	1.18±0.05^{a}	0.85±0.04
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.35±0.01^{ab}	1.09±0.04^{ab}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.40±0.11^{ab}	1.14±0.01^{a}	0.83±0.05
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.22±0.03^{b}	0.98±0.02^{bc}	0.87±0.12
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.40±0.11^{ab}	0.89±0.17^{c}	0.80±0.09
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	1.04±0.04^{bc}	0.95±0.05^{b}	0.52±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.92±0.16^{c}	0.75±0.09^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.21±0.15^{ab}	1.06±0.10^{a}	0.68±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.03±0.03^{bc}	0.74±0.01^{c}	0.47±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.36±0.20^{a}	0.87±0.01^{b}	0.81±0.05^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 12 (ต่อ) ปริมาณเถ้าของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณเถ้า (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	1.04±0.07	0.83±0.02^{b}	0.74±0.07^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.81±0.70	0.60±0.08^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.91±0.01	0.84±0.05^{b}	0.44±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.24±0.07	0.97±0.01^{a}	0.72±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.11±0.11	0.84±0.10^{b}	0.71±0.04^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	1.34±0.01^{a}	0.77±0.09^{b}	0.58±0.01^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.08±0.05^{b}	0.96±0.05^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.07±0.15^{b}	0.74±0.10^{b}	0.76±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.06±0.08^{b}	0.76±0.01^{b}	0.61±0.03^{cd}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.98±0.14^{b}	0.81±0.06^{b}	0.68±0.06^{b}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	1.20±0.04^{a}	0.89±0.03^{b}	0.54±0.03
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.99±0.02^{c}	0.64±0.08^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.00±0.04^{c}	0.90±0.07^{b}	0.68±0.02
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.18±0.03^{a}	1.04±0.01^{a}	0.90±0.10
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.12±0.02^{b}	0.86±0.06^{b}	0.66±0.03
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	1.15±0.07^{a}	0.84±0.02^{b}	0.69±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.94±0.05^{c}	0.55±0.03^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.02±0.01^{bc}	0.63±0.01^{c}	0.48±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.13±0.13^{ab}	0.92±0.04^{a}	0.58±0.07^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.97±0.04^{c}	0.81±0.03^{b}	0.68±0.06^{a}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	1.59±0.09^{a}	1.24±0.04^{b}	1.02±0.12^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.32±0.13^{c}	1.03±0.02^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.26±0.08^{c}	0.99±0.04^{c}	0.87±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.42±0.08^{bc}	1.26±0.02^{b}	1.19±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.56±0.06^{ab}	1.38±0.02^{a}	1.27±0.02^{a}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 13 ปริมาณโปรตีนของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณโปรตีน (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	10.17±0.74[a]	9.33±0.11[b]	7.13±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	8.72±0.69[b]	8.14±0.12[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	9.02±0.69[b]	8.34±0.12[c]	6.16±0.02[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	10.87±0.04[a]	9.83±0.09[a]	7.38±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	10.52±0.09[a]	9.43±0.09[b]	7.18±0.04[b]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	9.19±0.00[c]	8.24±0.05[c]	7.39±0.06[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.92±0.09[e]	6.92±0.03[e]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.06±0.04[d]	7.17±0.05[d]	6.29±0.16[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	9.54±0.05[a]	8.64±0.04[a]	7.69±0.06[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	9.29±0.00[b]	8.39±0.10[b]	7.39±0.06[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	8.73±0.02[c]	7.56±0.15[c]	6.52±0.21[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.37±0.06[e]	6.23±0.12[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.72±0.11[d]	6.48±0.17[d]	5.27±0.16[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	9.48±0.17[a]	8.52±0.21[a]	6.82±0.11[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	9.23±0.12[b]	8.22±0.11[b]	6.52±0.11[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	9.23±0.13[b]	8.13±0.01[c]	7.22±0.09[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	8.02±0.00[c]	6.88±0.04[e]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.22±0.10[c]	7.03±0.01[d]	6.24±0.18[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	9.68±0.18[a]	8.72±0.01[a]	7.47±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	9.28±0.08[b]	8.37±0.06[b]	7.37±0.04[ab]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	9.15±0.05[b]	8.49±0.11[b]	7.44±0.21[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.96±0.07[d]	7.19±0.11[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.21±0.02[c]	7.39±0.11[c]	6.19±0.06[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	9.40±0.00[a]	8.86±0.01[a]	7.69±0.16[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	9.15±0.04[b]	8.41±0.07[b]	7.44±0.11[b]

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 13 (ต่อ) ปริมาณโปรตีนของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณโปรตีน (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	8.57±0.01^{c}	7.46±0.10^{c}	6.35±0.17^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.24±0.02^{e}	6.14±0.13^{e}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.54±0.02^{d}	6.39±0.08^{d}	5.49±0.11^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	9.42±0.06^{a}	8.46±0.10^{a}	6.70±0.12^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	9.17±0.01^{b}	8.21±0.05^{b}	6.50±0.12^{ab}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	8.06±0.53^{a}	7.08±0.04^{c}	6.26±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	6.74±0.51^{b}	5.89±0.02^{e}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.99±0.56^{b}	6.06±0.04^{d}	5.21±0.08^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.51±0.28^{a}	7.78±0.04^{a}	6.61±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	8.26±0.23^{a}	7.38±0.04^{b}	6.41±0.02^{b}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	10.27±0.31^{b}	7.73±0.52^{b}	6.78±0.24^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	8.79±0.33^{c}	7.14±0.03^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	9.19±0.33^{c}	7.24±0.03^{b}	6.14±0.11^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	10.92±0.06^{a}	8.98±0.27^{a}	7.18±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	10.27±0.01^{b}	8.63±0.41^{a}	7.03±0.02^{a}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	8.10±0.12^{a}	7.30±0.01	6.55±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	6.60±0.32^{b}	6.02±0.00	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.85±0.27^{b}	6.21±0.00	5.56±0.02^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.35±0.07^{a}	7.80±0.01	6.80±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	8.10±0.01^{a}	7.45±0.04	6.50±0.01^{c}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	9.83±0.08^{a}	8.28±0.08^{c}	7.18±0.08^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	8.39±0.01^{c}	7.00±0.05^{e}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.74±0.04^{b}	7.18±0.08^{d}	6.12±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	9.99±0.21^{a}	9.13±0.03^{a}	7.38±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	9.79±0.31^{a}	8.93±0.13^{b}	7.18±0.08^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 13 (ต่อ) ปริมาณโปรตีนของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณโปรตีน (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	10.25±0.03^{b}	8.90±0.12^{b}	7.90±0.39^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	9.00±0.09^{d}	7.65±0.27^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	9.15±0.04^{c}	7.85±0.17^{c}	6.86±0.33^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	10.65±0.04^{a}	9.45±0.27^{a}	8.00±0.09^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	10.30±0.09^{b}	9.25±0.17^{ab}	7.75±0.14^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	11.07±0.23^{ab}	9.19±0.04^{b}	7.94±0.20
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	9.18±0.17^{c}	7.90±0.05^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	9.42±0.22^{c}	8.09±0.05^{c}	6.69±0.35
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.56±0.42^{a}	9.54±0.21^{a}	8.24±0.29
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	10.96±0.32^{b}	9.34±0.11^{b}	5.55±4.81
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	8.09±0.26^{b}	7.04±0.01^{c}	6.39±0.04^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	6.69±0.56^{c}	5.83±0.02^{e}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.94±0.61^{c}	6.04±0.01^{d}	5.39±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.84±0.01^{a}	8.19±0.04^{a}	7.04±0.11^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	8.44±0.01^{ab}	8.04±0.01^{b}	7.02±0.03^{a}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	8.22±0.03^{c}	7.51±0.01^{b}	6.47±0.21^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.07±0.02^{e}	6.16±0.04^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.22±0.07^{d}	6.41±0.02^{c}	5.50±0.14^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.82±0.03^{a}	7.91±0.09^{a}	6.83±0.14^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	8.37±0.02^{b}	7.51±0.09^{b}	6.63±0.04^{ab}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	7.81±0.08^{ab}	7.05±0.01^{c}	6.37±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	6.26±0.13^{c}	5.84±0.04^{e}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	6.56±0.13^{c}	6.08±0.06^{d}	5.35±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.10±0.14^{a}	7.71±0.04^{a}	6.62±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.75±0.29^{b}	7.41±0.06^{b}	6.42±0.08^{b}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

สมบัติทางกายภาพของข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง

ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)

จากการนำข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ ที่นิยมปลูก ใน 5 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และ ข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามกระบวนการ 2 วิธีการ และ ผลิตข้าวงอกนึ่ง ตามกระบวนการ 2 วิธีการเช่นกัน มาศึกษาความคงตัวของแป้งสุก ทดสอบโดยอ่านระยะทางที่แป้งไหล มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ถ้าค่าความคงตัวของแป้งสุกลดลง แสดงว่าระยะทางการไหลของแป้งจะเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาความคงตัวของแป้งสุก (ตารางที่ 14) พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีค่าความคงตัวแป้งสุกแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ข้าว มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 43 – 91 มิลลิเมตร ทั้งนี้ทุกตัวอย่างมีค่าการไหลของแป้งสุกมากกว่า 40 หมายถึงเมล็ดข้าวสารมีลักษณะแป้งข้าวสุกปานกลาง โดยข้าวเหนียวดำ (สตูล) มีค่าระยะทางการไหลมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวเล็บนก(ตรัง) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) และ ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 43 ถึง 81 มิลลิเมตร เมื่อนำไปทำข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ด้วยกระบวนการผลิตต่างกัน 4 วิธีการ และนำมาสีข้าวต่างกัน 3 แบบ คือสีข้าวแบบกะเทาะเปลือก แบบข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร พบว่า แต่ละชนิดมีแนวโน้มระยะทางการไหลแตกต่างกัน โดยการผลิตข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่งให้ค่าระยะทางการไหลมากกว่าข้าวกะเทาะเปลือก แสดงว่าข้าวมีค่าความคงตัวแป้งสุกลดลง เมื่อผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ส่วนการสีข้าวแบบกะเทาะเปลือกจะให้ค่าอัตราการไหลไม่แตกต่างกับการสีข้าวแบบซ้อมมือ และข้าวสาร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวชนิดเดียวกันแต่ปลูกต่างแหล่งกัน พบว่าค่าความคงตัวแป้งสุกมีค่าไม่เท่ากันด้วย ทั้งนี้พบว่า การนึ่งมีผลต่อการลดลงของค่าความคงตัวแป้งสุก ส่งผลให้ความคงตัวของแป้งสุกในข้าวกล้องและข้าวนึ่งกล้องมีค่าต่างกัน โดยอาจเป็นผลจากความร้อนส่งผลต่อค่าความคงตัวของแป้งสุกแตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ ข้าวที่ทดลองจะมีค่าความคงตัวแป้งสุก อยู่ในสองกลุ่ม คือ กลุ่มแป้งข้าวสุกอ่อน และแป้งข้าวสุกปานกลาง

ปริมาณอะไมโลส (Amylose content)

จากการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส ในข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ ที่นิยมปลูก ใน 5 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และข้าวมะลิแดงจังหวัด

พังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1 คือ การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ดัดแปลงวิธีการของ วรนุช และเทพฤทธิ์ (2551) ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 คือการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกะเทาะเปลือกดัดแปลงบางส่วน วิธีการของเปรมฤดีและคณะ (2551) ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1 การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงวิธีการของ suttikul and Naivikul, (2007) ; Panchan and Naivikul, (2010) และข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2 การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ กรรณิการ์และคณะ (2556) แสดงผลในตารางที่ 15 พบว่า ปริมาณอะไมโลส มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 9.15 – 25.01 โดยข้าวฮัลฮัม (สตูล) มีค่าสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 25.01 รองลงมา ได้แก่ ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) และข้าวเหนียวดำ (สตูล) ตามลำดับ โดยข้าวทดลองครั้งนี้จะมีปริมาณอะไมโลสจัดเป็น 2 กลุ่ม คือข้าวอะมิโลสต่ำ ได้แก่ ข้าวสังข์หยด ข้าวดอกพะยอม ข้าวดอกข่า ข้าวเหนียวดำ ข้าวหอมหัวบอน และข้าวอะมิโลสปานกลาง ได้แก่ ข้าวเล็บนก ข้าวมะลิแดง และข้าวฮัลฮัม เมื่อนำไปผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ด้วยวิธีการผลิตต่างกัน 4 วิธีการ และนำมาสีข้าวต่างกัน 3 แบบ คือสีข้าวแบบกะเทาะเปลือก แบบข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร พบว่า การผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ไม่ส่งผลต่อปริมาณอะไมโลสในข้าวทดลอง โดยตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอะไมโลสไม่แตกต่างกัน ยกเว้นมีเพียงบางตัวอย่างที่มีค่าอะไมโลสในข้าวงอกนึ่งสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก ได้แก่ ข้าวสังข์หยด (ตรัง พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวดอกข่า (ตรัง) และ ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง)

อะไมโลส เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการวัดคุณภาพของข้าว โดยอะไมโลสในรูปที่ไม่ละลายจะมีผลโดยตรงต่อความแน่นของเมล็ด ความเหนียวและความมันวาวของข้าวสารสุก (Deepa *et al*., 2008) ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง จะดูดซึมน้ำได้มากทำให้เมล็ดข้าวขยายตัวเป็นข้าวสุกได้ดี เรียกว่าข้าวหุงขึ้นหม้อ ข้าวสุกมีความแข็ง นุ่มร่วนเป็นเม็ด ไม่เหนียวจับตัวเป็นก้อน ในทางตรงกันข้าม ถ้าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ก็จะมีความชื้นและเหนียว ดังนั้นข้าวที่อะไมโลสปานกลาง จึงเป็นข้าวที่ตลาดมีความต้องการมากที่สุด ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง พบว่า การทำงอกและการนึ่งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลสในข้าว เช่นเดียวกับการขัดสีข้าว โดยรายงานของ Juliano and Villareal (1993) พบว่าข้าวมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 15-30 และอะไมโลเพคตินร้อยละ 70-85 ปริมาณอะไมโลสของข้าวที่ปลูกในเอเชียมีปริมาณที่กว้างในช่วงตั้งแต่ร้อยละ 0-32 เช่น ข้าวอินดิกาหรือข้าวเจ้า ทำให้สามารถแบ่งประเภทคุณภาพข้าวตามปริมาณอะไมโลส เช่นเดียวกับงานของเชาวนีพร และคณะ (2017) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณอะไมโลสในข้าวพันธุ์พื้นเมืองจากศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง 22 สายพันธุ์ พบว่าปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน และ คาร์โบไฮเดรตของข้าวส่วนใหญ่มีปริมาณโดยเฉลี่ยร้อยละ 12.47, 1.41, 1.76, 7.56 และ 76.81 ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณวิตามินบี 1 โดยเฉลี่ยเป็น 0.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ข้าวพื้นเมืองทั้ง 22 สายพันธุ์ จำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม ตามปริมาณอะไมโลส คือ กลุ่มข้าวเหนียวมีอะไมโลสร้อยละ 0-9 กลุ่มข้าวอะไมโลสต่ำ มีอะไมโลสร้อยละ 10-19 กลุ่มข้าวอะไมโลสปานกลางมีอะไมโลสร้อยละ 20-25 กลุ่มข้าวอะไมโลสสูงมีอะไมโลส มากกว่าร้อยละ 25

ระยะเวลาหุงต้ม

จากการทดลองหาระยะเวลาหุงต้มของข้าวพื้นเมือง 16 ตัวอย่าง ดังกล่าว โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามกระบวนการ 2 วิธีการ และ ผลิตข้าวงอกนึ่ง ตามกระบวนการ 2 วิธีการเช่นกัน พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 19-33 นาที โดยข้าวที่มีระยะเวลาหุงต้มมากที่สุดได้แก่ ข้าวดอกข่า (พังงา) รองลงมา คือ ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวสังข์หยด(ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเล็บนก(ตรัง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) และข้าวเหนียวดำ (สตูล) ตามลำดับ เมื่อนำไปทำข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ปรากฏว่าทั้ง 4 วิธีการ มีเพียงบางวิธีการที่ให้ค่าระยะเวลาหุงต้มแตกต่างจากข้าวกะเทาะเปลือกอย่างมีนัยสำคัญ โดยการผลิตข้าวกล้องงอกมีแนวโน้มจะให้มีค่าระยะเวลาหุงต้มที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนในข้าวงอกนึ่งมีแนวโน้มระยะเวลาหุงต้มสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การขัดสีข้าว 3 แบบ มีแนวโน้มว่าข้าวสารจะมีระยะเวลาหุงต้มสั้นที่สุด

ตารางที่ 14 ความคงตัวแป้งสุกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความคงตัวแป้งสุก (mm.)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	43±1.5^{c}	44±1.5^{c}	43±1.0^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	47±2.5^{bc}	48±2.5^{bc}	50±1.5^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	48±7.5^{bc}	50±4.5^{ab}	48±4.0^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	55±2.0^{a}	53±2.0^{a}	51±3.0^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	52±1.0^{ab}	50±0.6^{ab}	52±0.6^{a}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	70±1.5^{a}	69±1.0^{a}	70±2.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	68±2.5^{ab}	69±1.5^{a}	69±2.52^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	68±2.0^{ab}	69±3.0^{a}	69±1.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	64±4.0^{b}	66±2.0^{a}	65±3.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	70±0.6^{a}	69±1.5^{a}	70±1.00^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	54±4.00^{a}	55±3.51^{a}	52±1.53^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	55±3.00^{a}	56±2.00^{a}	54±2.00^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	54±0.58^{a}	55±1.00^{a}	55±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	53±2.52^{a}	54±1.00^{a}	54±1.53^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	56±2.52^{a}	55±2.00^{a}	54±1.00^{ab}

หมายเหตุ* : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 14 (ต่อ) ความคงตัวแป้งสุกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความคงตัวแป้งสุก (mm.)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	46±2.52^{b}	45±2.00^{c}	47±1.00^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	52±3.00^{a}	52±2.52^{ab}	52±3.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	48±1.00^{ab}	49±0.58^{bc}	49±2.00^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	53±3.51^{a}	53±3.00^{a}	53±3.51^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	52±2.00^{a}	53±1.53^{a}	53±1.53^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	52±3.51^{a}	51±2.52^{a}	50±2.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	50±2.00^{a}	51±1.53^{a}	50±1.53^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	54±1.53^{a}	51±1.00^{a}	52±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	52±1.53^{a}	53±0.58^{a}	52±2.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	52±2.52^{a}	52±3.00^{a}	51±3.00^{a}
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	68±2.52^{c}	67±2.00^{c}	66±4.00^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	61±0.58^{d}	60±0.00^{d}	62±1.00^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	73±0.58^{a}	72±0.58^{a}	72±1.53^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	71±0.58^{ab}	70±0.00^{ab}	70±0.58^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	70±1.00^{bc}	70±0.58^{b}	70±1.53^{ab}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	70±0.58	69±0.58^{b}	70±1.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	71±0.58	72±0.58^{a}	70±0.58
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	71±4.00	70±2.52^{ab}	69±2.52
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	68±2.00	69±1.00^{b}	67±2.00
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	69±0.58	70±0.58^{ab}	69±1.00
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	66±1.00^{c}	68±1.00	68±0.58^{bc}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	70±0.58^{ab}	70±1.00	69±1.00^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	71±1.00^{a}	70±0.58	71±1.53^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	64±1.53^{d}	65±2.52b	67±1.53^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	69±0.58^{b}	69±1.00	69±0.00^{ab}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	65±2.52^{b}	66±1.00^{b}	67±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	67±2.00^{ab}	68±1.00^{a}	69±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	67±1.53^{ab}	67±1.00^{ab}	69±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	69±0.58^{a}	68±1.00^{a}	68±1.53^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	68±1.53^{ab}	67±1.00^{ab}	69±0.00^{a}

หมายเหตุ* : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 14 (ต่อ) ความคงตัวแป้งสุกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ความคงตัวแป้งสุก (mm.)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำช่อไม่ไผ่ จ.ตรัง	81±1.00^{b}	82±0.58^{b}	83±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	84±2.00^{ab}	85±1.00^{a}	84±1.53^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	72±2.00^{c}	75±1.00^{c}	73±1.53^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	85±2.00^{a}	83±0.00^{b}	84±1.00^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	87±2.00^{a}	87±1.53^{a}	86±0.58^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	91±5.51^{a}	89±1.00^{a}	88±1.00
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	88±1.00^{ab}	88±0.58^{b}	88±1.53
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	89±1.00^{ab}	90±0.58^{a}	89±2.00
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	85±0.58^{b}	87±0.58^{b}	88±1.00
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	88±1.00^{ab}	88±0.58^{b}	88±1.53
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	73±2.52^{c}	76±0.58^{b}	76±2.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	77±0.58^{a}	78±1.53^{a}	77±1.53^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	71±1.00^{c}	72±1.00^{c}	73±1.53^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	74±1.00^{ab}	74±1.00^{b}	73±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	77±1.53^{a}	76±0.58^{b}	75±2.00^{ab}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	61±1.00^{b}	65±1.53	67±1.53
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	67±1.53^{a}	66±1.00	68±1.53
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	63±2.52^{b}	65±3.00	67±2.52
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	67±2.00^{a}	68±1.00	67±1.53
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	67±1.53^{a}	68±1.00	67±1.53
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	71±1.00	74±1.00	74±1.53
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	72±1.00	74±1.00	73±1.53
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	73±2.52	75±2.00	73±1.00
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	72±1.53	75±1.00	76±2.00
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	73±1.53	76±0.58	75±3.00
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	53±2.52^{b}	55±1.00^{a}	56±1.53
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	54±1.53^{b}	53±0.58^{b}	54±2.52
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	53±2.52^{b}	53±1.00^{b}	57±0.58
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	58±1.53^{a}	55±1.00^{a}	54±2.00
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	55±2.00^{ab}	56±0.58^{a}	56±2.00

หมายเหตุ* : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 15 ปริมาณอะไมโลสของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณอะมัยโลส (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	14.63±0.15^{b}	14.18±0.0^{bc}	14.07±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	14.10±0.66^{b}	14.05±0.4^{ab}	13.80±0.48^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	14.03±0.45^{b}	13.63±0.45^{c}	13.63±0.49^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	15.67±0.30^{a}	14.57±0.40^{ab}	14.10±0.15^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	15.74±0.06^{a}	15.14±0.05^{a}	14.99±0.10^{a}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	15.81±0.40^{c}	15.86±0.16^{b}	15.70±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	15.79±0.03^{c}	15.68±0.17^{b}	15.33±0.04^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	15.07±0.59^{c}	15.11±0.42^{c}	15.02±0.24^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.22±0.70^{a}	17.22±0.11^{a}	17.25±0.32^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.10±0.30^{b}	16.99±0.14^{a}	17.05±0.21^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	20.39±0.53^{a}	19.13±0.23^{ab}	20.38±0.41^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.46±0.52^{a}	19.33±0.37^{ab}	19.11±0.18^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	19.13±0.30^{b}	18.72±0.21^{b}	18.72±0.07^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.38±0.29^{a}	19.36±0.60^{ab}	18.94±0.08^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	20.38±0.29^{a}	19.66±0.35^{a}	18.55±0.25^{c}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	17.15±0.10^{c}	17.05±0.02^{ab}	16.93±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	17.60±0.05^{bc}	16.98±0.14^{b}	16.98±0.14^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	15.91±0.35^{d}	15.64±0.40^{c}	15.69±0.47^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.24±0.40^{a}	17.64±0.40^{a}	17.58±0.44^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.99±0.14^{ab}	17.64±0.42^{a}	17.60±0.45^{a}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 15 (ต่อ) ปริมาณอะไมโลสของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณอะมัยโลส (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	18.89±0.55[a]	17.96±0.20[a]	17.44±0.20[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	16.96±0.90[b]	16.73±0.55[b]	16.86±0.27[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	15.62±0.45[c]	15.19±0.13[c]	15.60±0.43[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.15±0.20[a]	17.73±0.28[a]	17.25±0.47[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.95±0.30[a]	17.88±0.26[a]	17.10±0.02[a]
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	20.26±0.36	19.05±0.03[c]	19.52±0.39
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.27±0.66	19.41±0.18[ab]	19.52±0.14
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	19.92±0.89	19.24±0.23[ab]	19.45±0.45
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.57±0.15	19.36±0.04[ab]	19.29±0.12
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	19.84±0.31	19.59±0.05[a]	19.18±0.12
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	24.47±0.20[ab]	24.27±0.10[ab]	24.02±0.26[ab]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	24.82±0.25[a]	24.69±0.32[a]	24.26±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	24.92±0.25[a]	24.54±0.17[a]	24.34±0.23[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	23.64±0.85[a]	23.60±0.92[b]	23.88±0.41[ab]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	23.77±0.50[a]	23.90±0.17[ab]	23.62±0.41[b]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	16.95±0.40[b]	16.70±0.45[b]	16.63±0.46[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	16.60±0.45[b]	16.56±0.45[b]	16.56±0.46[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	14.83±0.45[c]	14.79±0.46[c]	14.73±0.41[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.13±0.21[a]	17.83±0.41[a]	17.71±0.42[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.99±0.47[a]	17.86±0.54[a]	17.66±0.38[a]
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	18.04±0.20[a]	17.63±0.41[a]	17.50±0.03
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	17.21±0.10[b]	17.16±0.06[ab]	17.13±0.06
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	17.71±0.40[ab]	17.61±0.43[a]	17.54±0.48
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	17.01±0.70[b]	16.82±0.59[b]	17.04±0.25
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.23±0.32[b]	16.99±0.18[ab]	16.95±0.45
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	14.58±0.10[bc]	14.21±0.07[b]	14.13±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	14.93±0.06[b]	14.41±0.04[b]	14.22±0.06[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	14.32±0.41[c]	13.97±0.46[b]	14.08±0.15[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	16.00±0.05[a]	15.82±0.18[a]	15.94±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	15.83±0.56[a]	15.63±0.56[a]	15.69±0.56[a]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 15 (ต่อ) ปริมาณอะไมโลสของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณอะมัยโลส (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	9.15±0.12^{c}	9.10±0.03^{c}	9.08±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	9.93±0.10^{a}	9.94±0.07^{a}	9.56±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.89±0.04^{d}	8.85±0.10^{d}	8.64±0.32^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	9.66±0.04^{b}	9.48±0.12^{b}	9.35±0.08^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	10.04±0.09^{a}	9.93±0.11^{a}	9.62±0.17^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	13.20±0.49^{a}	13.01±0.22^{a}	13.13±0.45^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.30±0.08^{a}	13.20±0.08^{a}	13.24±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	10.66±0.05^{c}	10.47±0.16^{d}	10.31±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.40±0.09^{b}	11.31±0.09^{c}	11.21±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.82±0.47^{b}	11.68±0.33^{b}	11.63±0.46^{b}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	25.01±0.36^{ab}	24.76±0.41^{b}	24.76±0.31^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	25.34±0.09^{a}	25.34±0.01^{a}	25.19±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	22.82±0.31^{c}	22.87±0.16^{c}	22.82±0.41^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	22.60±0.10^{c}	22.60±0.19^{c}	22.47±0.08^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	24.76±0.41^{b}	24.71±0.40^{b}	24.65±0.42^{a}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	14.57±0.10^{a}	14.34±0.07^{a}	14.23±0.15^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	13.68±0.09^{b}	13.48±0.21^{b}	13.23±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	12.05±0.05^{d}	12.03±0.01^{d}	12.01±0.01^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.96±0.36^{d}	11.96±0.31^{d}	11.87±0.37^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.81±0.46^{c}	12.61±0.46^{c}	12.66±0.41^{c}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	20.22±0.10^{b}	20.13±0.01^{b}	20.10±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.22±0.10^{b}	20.10±0.03^{b}	20.14±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	22.44±0.35^{a}	22.17±0.12^{a}	22.12±0.12^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.86±0.40^{c}	18.78±0.38^{c}	18.64±0.48^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	21.91±0.85^{a}	21.74±0.71^{a}	21.58±0.56^{a}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 16 ระยะเวลาหุงต้มของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	30±1.00^{b}	30±0.58^{b}	29±0.00^{bc}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	31±1.00^{b}	31±0.58^{b}	30±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	35±0.58^{a}	34±0.58^{a}	33±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	35±0.00^{a}	34±0.58^{a}	33±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	31±0.58^{b}	30±0.58^{b}	29±0.58^{c}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	21±1.00^{d}	21±0.58^{d}	20±0.00^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	23±0.58^{c}	23±0.58^{c}	22±0.00^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	29±0.58^{b}	28±0.58^{b}	28±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	32±0.58^{a}	31±0.58^{a}	30±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	23±0.00^{b}	22±0.00^{b}	22±0.58^{c}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	27±0.58^{c}	26±0.58^{c}	25±0.00^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	28±0.58^{b}	27±0.58^{bc}	26±0.58^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	28±0.00^{b}	28±0.58^{ab}	27±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	29±0.00^{a}	29±0.58^{a}	28±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	27±0.00^{c}	27±0.58^{bc}	26±0.58^{c}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	29±0.58^{ab}	28±0.58^{b}	27±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	30±0.58^{a}	29±0.00^{a}	28±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	26±1.00^{c}	26±0.58^{c}	25±0.00^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	29±1.00^{ab}	28±1.00^{ab}	27±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	28±0.58^{b}	26±0.00^{c}	26±0.00^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	28±0.58^{a}	27±0.00^{bc}	27±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	29±0.58^{a}	30±0.58^{a}	29±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	23±0.58^{c}	26±1.00^{c}	26±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	26±1.00^{b}	29±1.00^{a}	28±1.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	29±0.58^{a}	28±0.58^{b}	27±0.58^{b}

หมายเหตุ* : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 16 (ต่อ) ระยะเวลาหุงต้มของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	26±0.58^{b}	25±0.00^{c}	25±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27±0.58^{ab}	26±0.00^{b}	26±0.58^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	26±0.58^{b}	25±0.00^{c}	25±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	27±0.58^{ab}	26±0.58^{bc}	25±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	28±0.58^{a}	28±0.58^{a}	27±0.58^{a}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	28±0.58^{a}	27±0.00^{a}	25±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27±0.58^{a}	26±0.00^{b}	26±0.58^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25±0.00^{b}	25±0.58^{c}	25±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	25±1.00^{b}	25±0.58^{c}	25±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	27±0.58^{a}	26±0.00^{b}	26±0.00^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	24±1.00^{d}	24±0.58^{c}	23±0.00^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	26±1.00^{bc}	26±0.58^{b}	25±0.58^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	29±1.00^{a}	29±0.58^{a}	28±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	25±0.58^{cd}	24±0.00^{c}	24±0.58^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	27±0.58^{b}	26±0.00^{b}	26±0.58^{b}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	33±0.58^{a}	32±0.58^{a}	31±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	32±0.58^{ab}	31±0.00^{ab}	31±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	31±0.58^{b}	30±0.58^{c}	29±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	32±1.53^{ab}	31±0.58^{b}	30±1.00^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	32±0.58^{ab}	31±0.00^{ab}	30±0.58^{ab}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	31±1.00^{a}	31±0.58^{ab}	30±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	30±0.58^{b}	34±5.00^{a}	29±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25±0.58^{d}	25±0.58^{c}	24±0.00^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	28±0.00^{c}	28±0.58^{bc}	27±0.58^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	30±0.58^{b}	29±0.00^{bc}	29±0.58^{b}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 16 (ต่อ) ระยะเวลาหุงต้มของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	19±1.00^{d}	19±0.58^{d}	18±0.00^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	21±1.00^{c}	21±0.58^{c}	20±0.00^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25±0.58^{a}	24±1.00^{a}	23±1.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	22±0.58^{bc}	21±0.00^{bc}	21±0.58^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	23±0.58^{b}	22±0.00^{b}	22±0.58^{b}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	28±1.00^{b}	28±0.58^{b}	27±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	31±0.58^{a}	30±0.00^{a}	29±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	28±0.58^{bc}	27±0.00^{c}	27±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	24±0.58^{d}	24±0.58^{e}	23±0.58^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	27±0.58^{c}	26±0.00^{d}	26±0.58^{c}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	31±0.58^{a}	30±0.58^{a}	29±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	26±0.58^{b}	25±0.00^{c}	25±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	23±0.58^{c}	23±0.58^{d}	22±0.58^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	27±0.58^{b}	26±0.00^{b}	26±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	27±0.58^{b}	26±0.00^{b}	26±0.58^{b}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	26±0.58^{d}	25±0.00^{c}	25±0.58^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27±0.58^{c}	26±0.58^{c}	25±0.00^{cd}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	29±0.00^{a}	29±0.58^{a}	28±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	29±0.58^{a}	28±0.58^{b}	27±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	28±0.58^{b}	27±0.00^{b}	26±0.58^{c}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	30±0.58^{a}	29±0.00^{a}	28±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	29±0.58^{a}	28±0.00^{b}	28±0.58^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25±0.58^{b}	24±0.00^{d}	24±0.58^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	21±1.00^{c}	21±0.58^{e}	20±0.00^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	25±1.00^{b}	25±0.58^{c}	24±0.58^{b}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์สารพฤกษเคมี

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด ตรวจสอบโดยวิธี DPPH radical scavenging assay รายงานผลในหน่วยค่าความเข้มข้นที่ให้ผลต้านออกซิเดชันครึ่งหนึ่ง (IC_{50}) หากค่า IC_{50} ต่ำจะแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ดังนั้น ผลการตรวจสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวพื้นเมืองใน 5 จังหวัดภาคใต้ (ตารางที่ 17) พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวในกลุ่มมีสีจะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าข้าวขาว ซึ่งข้าวสังข์หยด (ตรัง) จะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดีที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.011 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา ได้แก่ ข้าวหัวบอน (กระบี่) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) และข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.015 ถึง 0.230 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำเข้าทั้ง 15 ตัวอย่างไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามวิธีการ 2 แบบ จะพบว่าข้าวมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลงกว่าตัวอย่างก่อนการผลิต โดยการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลงน้อยกว่าวิธีการที่ 1 ส่วนการผลิตข้าวนึ่งงอก จะพบว่าปริมาณการต้านอนุมูลอิสระลดลงเช่นเดียวกัน แต่การผลิตข้าวงอกนึ่งโดยวิธีการที่ 1 จะมีปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลงน้อยกว่าวิธีการที่ 2 แสดงว่าการผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งมีผลต่อการลดลงของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าว แต่ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบวิธีการผลิตที่ต่างกันจะพบว่า วิธีการที่ผลิตมีผลต่อ ปริมาณของสารอนุมูลอิสระได้ไม่เท่ากัน อาจเป็นเพราะกระบวนการผลิตทั้ง 4 วิธีการ ผ่านการแช่ การเพาะงอก และการให้ความร้อนด้วยกระบวนการที่ไม่เหมือนกัน จึงส่งผลต่อปริมาณการสร้างสารอนุมูลอิสระแตกต่างกันดังกล่าว ทั้งนี้ ข้าวกล้องแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อตรวจสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด โดยวิธี ABTS assay จะให้ผลการทดสอบสอดคล้องกับวิธีการแบบ DPPH assay (ตารางที่ 18) เมื่อพิจารณาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS พบว่า ข้าวกะเทาะเปลือกทุกตัวอย่างให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS ได้แตกต่างกันเช่นเดียวกับ วิธีการ DPPH assay โดยมีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาข้าวกะเทาะเปลือก พบว่าข้าวที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS สูงที่สุด ได้แก่ ข้าวดอกข่า (พังงา) มีค่าเท่ากับ 0.007 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา ได้แก่ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวหัวบอน (กระบี่) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ตามลำดับ ทั้งนี้ ค่าการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วงระหว่าง 0.009 ถึง 0.136 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อพิจารณาวิธีการเพาะข้าวกล้องงอก 2 วิธีเปรียบเทียบกัน จะพบว่าข้าวกล้องงอกที่ผลิตโดยวิธีการที่ 2 จะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีกว่าวิธีการที่ 1 ส่วนข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 จะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีกว่าวิธีการที่ 2 แต่ทั้ง 4 วิธีการที่แปรรูปข้าว จะพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีค่าต่ำกว่าในข้าวกะเทาะเปลือก เมื่อพิจารณาวิธีการขัดสีข้าว จะพบว่าข้าวกะเทาะเปลือก ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด ส่วนข้าวสาร

จะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่ากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ซึ่งผ่านการแช่น้ำ และผ่านการให้ความร้อนจะมีผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวทุกชนิดดังกล่าว

การทดลองแสดงให้เห็นว่า ข้าวกะเทาะเปลือกกล้องแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด แต่หากพิจารณาข้าวชนิดเดียวกัน แต่ปลูกกันต่างพื้นที่ ซึ่งให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า พื้นที่แหล่งปลูกต่างกัน ส่งผลให้ข้าวแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้แตกต่างกันด้วย อีกทั้งระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวเปลือกก่อนการเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ของตัวอย่างแต่ละจังหวัดต่างกัน อาจส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระได้ รวมถึงกระบวนการนึ่งข้าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระให้ลดลง อาจมีผลมาจากความร้อนที่รุนแรงขณะทำการนึ่ง ส่งผลต่อการทำลายสารต้านอนุมูลอิสระบางส่วนหายไป จนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระหลังการนึ่งข้าวมีค่าลดลง อีกทั้ง อุไรวรรณ และคณะ (2555) พบว่า กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวมอลต์นึ่งสังข์หยดพัทลุง มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 86.51-94.13 รวมถึงจิราภรณ์ และคณะ (2555) พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ของข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอก ขนมจีนข้าวกล้องงอก และขนมจีนข้าวกล้องงอกอบแห้ง มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 0.0043 – 48.5215 mg/ml การแปรรูปข้าวเป็นเป็นข้าวกล้องงอกของทัศนีย์และคณะ (2551) พบว่าข้าวกล้องงอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าข้าวกล้อง และ Tian *et, al.* (2004) พบว่าปริมาณสารกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟินอลิกที่ละลายน้ำได้ในข้าวกล้องมีมากกว่าข้าวกล้องงอก เนื่องจาก มีการสูญเสียสารสำคัญในกลุ่มสารฟินอลิกที่ละลายน้ำได้ ไปกับขั้นตอนการแช่ข้าวในน้ำก่อนการทำงอกเช่นเดียวกับการผลิตข้าวนึ่งกล้องครั้งนี้ ที่ต้องผ่านกระบวนการแช่น้ำและให้ความร้อนเช่นกัน แต่ต่างจากสุดารัตน์ (2549) รายงานว่า ข้าวกล้องมันปูที่ผ่านการแช่น้ำและเพาะงอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 17 ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ DPPH (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในรูป IC_{50} (mg/ml)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	0.011±0.00[a]	0.051±0.00[a]	0.906±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.634±0.00[c]	0.884±0.02[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.384±0.02[b]	0.684±0.02[c]	1.379±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.081±0.01[a]	0.102±0.00[b]	1.083±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.734±0.05[d]	0.984±0.00[e]	1.739±0.01[d]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	0.088±0.01[a]	0.105±0.00[a]	0.989±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.430±0.04[c]	0.504±0.01[e]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.139±0.03[b]	0.237±0.01[b]	1.288±0.00[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.157±0.01[b]	0.278±0.00[d]	1.282±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.151±0.01[b]	0.264±0.01[c]	1.775±0.01[c]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	0.100±0.01[a]	0.180±0.01[a]	1.049±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.693±0.06[d]	0.946±0.01[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.244±0.04[b]	0.399±0.00[b]	1.389±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.262±0.01[b]	0.405±0.01[b]	1.298±0.00[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.385±0.01[c]	0.583±0.01[c]	1.695±0.03[d]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	0.230±0.00[a]	0.350±0.01[a]	1.034±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.611±0.07[b]	0.836±0.04[cd]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.702±0.09[b]	0.867±0.06[d]	1.359±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.302±0.04[a]	0.485±0.02[b]	1.297±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.626±0.12[b]	0.765±0.06[c]	1.664±0.04[d]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	0.108±0.01[a]	0.211±0.00[a]	1.028±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.343±0.00[c]	0.493±0.02[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.445±0.00[d]	0.695±0.01[c]	1.390±0.00[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.276±0.05[b]	0.501±0.02[b]	1.327±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.758±0.00[e]	0.913±0.02[d]	1.687±0.01[d]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 17 (ต่อ) ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ DPPH (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในรูป IC_{50} (mg/ml)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	0.225±0.01[b]	0.305±0.01[b]	0.690±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.159±0.02[a]	0.231±0.01[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.766±0.05[e]	0.991±0.00[e]	1.396±0.03[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.451±0.03[d]	0.606±0.01[d]	1.034±0.06[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.319±0.03[c]	0.485±0.01[c]	0.868±0.03[b]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	0.166±0.00[a]	0.264±0.00[a]	0.993±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.345±0.03[b]	0.345±0.03[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.229±0.01[a]	0.229±0.01[a]	1.290±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.454±0.09[c]	0.454±0.09[c]	1.318±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.600±0.09[d]	0.600±0.09[d]	1.614±0.04[c]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	0.080±0.01[a]	0.148±0.01[a]	0.704±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.493±0.03[c]	0.621±0.01[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.507±0.04[c]	0.701±0.02[d]	1.120±0.06[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.132±0.05[a]	0.205±0.03[b]	0.910±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.411±0.02[b]	0.609±0.02[c]	1.118±0.02[c]
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	0.105±0.00[a]	0.200±0.00[a]	0.729±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.375±0.04[c]	0.590±0.01[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.142±0.01[ab]	0.209±0.00[a]	0.708±0.05[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.165±0.00[b]	0.215±0.00[a]	0.690±0.05[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.333±0.03[c]	0.471±0.04[b]	0.964±0.03[b]
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	0.058±0.00[a]	0.110±0.00[a]	0.448±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.166±0.04[c]	0.331±0.05[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.529±0.02[e]	0.639±0.02[e]	0.752±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.319±0.02[d]	0.430±0.03[d]	0.558±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.111±0.02[b]	0.216±0.04[b]	0.419±0.08[a]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ
ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 17 (ต่อ) ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ DPPH (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในรูป IC_{50} (mg/ml)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	0.018±0.01[a]	0.036±0.01[a]	0.414±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.532±0.02[c]	0.660±0.01[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.654±0.01[d]	0.796±0.02[d]	1.008±0.00[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.282±0.04[b]	0.443±0.06[b]	0.660±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.695±0.07[d]	0.809±0.02[d]	0.928±0.01[c]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	0.021±0.00[a]	0.040±0.01[a]	0.461±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.469±0.03[c]	0.578±0.01[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.214±0.02[b]	0.291±0.00[c]	0.619±0.05[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.595±0.09[d]	0.718±0.05[e]	0.935±0.02[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.063±0.04[a]	0.118±0.07[b]	0.520±0.02[b]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	0.301±0.02[a]	0.427±0.04[a]	0.870±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.651±0.02[b]	0.774±0.01[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.629±0.01[b]	0.789±0.00[b]	1.088±0.00[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.303±0.01[a]	0.433±0.04[a]	0.954±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.769±0.13[c]	0.895±0.04[c]	1.179±0.02[d]
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	0.015±0.00[a]	0.027±0.00[a]	0.147±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.215±0.04[c]	0.302±0.01[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.155±0.03[b]	0.249±0.02[b]	0.625±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.027±0.00[a]	0.052±0.00[a]	0.159±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.763±0.04[d]	0.894±0.03[d]	1.074±0.05[c]
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	0.018±0.00[a]	0.033±0.00[a]	0.811±0.00[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.455±0.05[c]	0.539±0.01[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.211±0.02[b]	0.313±0.00[b]	0.882±0.00[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.786±0.01[d]	0.850±0.03[d]	1.304±0.02[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.183±0.02[b]	0.340±0.05[b]	0.889±0.00[c]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 18 ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ ABTS (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS ในรูป IC_{50} (mg/ml)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	0.009±0.00[a]	0.019±0.00[a]	0.294±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.222±0.01[d]	0.306±0.01[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.093±0.00[c]	0.188±0.01[c]	0.293±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.051±0.00[b]	0.105±0.00[b]	0.336±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.261±0.01[e]	0.391±0.02[e]	0.712±0.03[c]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	0.388±0.00[d]	0.488±0.00[e]	0.638±0.04d
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.153±0.00[b]	0.199±0.00[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.078±0.01[a]	0.114±0.00[a]	0.207±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.075±0.00[a]	0.140±0.01[b]	0.255±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.254±0.00[c]	0.393±0.00[d]	0.453±0.02[c]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	0.041±0.00[a]	0.081±0.00[a]	0.280±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.178±0.00[e]	0.292±0.00[e]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.109±0.00[d]	0.259±0.00[d]	0.460±0.01[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.070±0.00[b]	0.123±0.00[b]	0.328±0.00[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.087±0.00[c]	0.174±0.01[c]	0.376±0.01[c]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	0.136±0.00[a]	0.208±0.01[a]	0.412±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.431±0.06[b]	0.535±0.06[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.178±0.00[a]	0.302±0.01[b]	0.455±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.165±0.01[a]	0.299±0.00[b]	0.431±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.184±0.04[a]	0.295±0.03[b]	0.561±0.02[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	0.025±0.01[a]	0.047±0.00[a]	0.161±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.281±0.05[e]	0.377±0.02[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.131±0.00[c]	0.246±0.01[c]	0.446±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.073±0.00[b]	0.154±0.02[b]	0.354±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.211±0.00[d]	0.356±0.01[d]	0.558±0.01[d]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 18 (ต่อ) ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ ABTS (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS ในรูป IC_{50} (mg/ml)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	0.083±0.01[b]	0.128±0.01a	0.412±0.00[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.247±0.00[d]	0.347±0.00[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.138±0.01[c]	0.263±0.01[c]	0.498±0.02[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.066±0.01[a]	0.129±0.01[a]	0.327±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.147±0.00[c]	0.247±0.00[b]	0.467±0.01[c]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	0.065±0.00[ab]	0.120±0.01[b]	0.377±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.047±0.00[a]	0.095±0.00[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.082±0.01[b]	0.143±0.02[c]	0.425±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.202±0.00[c]	0.297±0.00[d]	0.512±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.376±0.02[d]	0.475±0.01[e]	0.626±0.04[c]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	0.007±0.00a	0.020±0.00a	0.230±0.01a
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.136±0.01c	0.216±0.01b	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.260±0.00d	0.345±0.02c	0.492±0.07b
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.107±0.01b	0.217±0.01b	0.457±0.02b
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.130±0.02c	0.229±0.01b	0.434±0.02b
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	0.008±0.00a	0.020±0.00a	0.327±0.00a
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.138±0.00d	0.243±0.00d	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.063±0.00b	0.125±0.00b	0.421±0.00b
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.068±0.00c	0.122±0.00b	0.421±0.00b
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.145±0.00e	0.225±0.01c	0.596±0.02c
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	0.039±0.00[a]	0.077±0.01[a]	0.277±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.047±0.00[b]	0.096±0.00[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.081±0.00[d]	0.156±0.02[c]	0.355±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.104±0.00[e]	0.208±0.00[d]	0.458±0.05[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.066±0.00[c]	0.127±0.00[b]	0.377±0.05[b]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 18 (ต่อ) ฤทธิ์การต้านอนุมูลสารอิสระ ABTS (IC_{50} ,mg/ml) ของข้าวพื้นเมือง

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS ในรูปIC_{50}(mg/ml)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	0.055±0.00^{a}	0.102±0.00^{a}	0.367±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.112±0.00^{b}	0.198±0.00^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.187±0.00^{d}	0.286±0.01^{d}	0.536±0.06^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.157±0.00^{c}	0.247±0.01^{c}	0.497±0.06^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.306±0.00^{e}	0.406±0.00^{e}	0.606±0.00^{c}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	0.043±0.00^{a}	0.083±0.00^{a}	0.256±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.050±0.00^{ab}	0.090±0.00^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.064±0.01^{b}	0.094±0.00^{a}	0.275±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.765±0.01^{c}	0.860±0.01^{b}	1.560±0.09^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.045±0.01^{a}	0.085±0.01^{a}	0.385±0.01^{b}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	0.067±0.02^{a}	0.097±0.01^{a}	0.247±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.370±0.03^{c}	0.485±0.02^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.119±0.00^{b}	0.217±0.00^{b}	0.436±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.132±0.00^{b}	0.230±0.01^{b}	0.470±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.712±0.01^{d}	0.812±0.00^{d}	1.662±0.05^{c}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	0.014±0.00^{a}	0.026±0.00^{a}	0.226±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.086±0.00^{c}	0.126±0.00^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.102±0.02^{c}	0.152±0.03^{a}	0.354±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.035±0.00^{b}	0.078±0.00^{a}	0.277±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.097±0.01^{d}	2.047±0.14^{b}	2.852±0.06^{c}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	0.012±0.00^{a}	0.027±0.00^{a}	0.524±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.267±0.01^{e}	0.382±0.00^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.061±0.00^{b}	0.075±0.06^{ab}	0.460±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.211±0.00^{d}	0.311±0.00^{c}	0.586±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.075±0.00^{c}	0.123±0.00^{b}	0.468±0.05^{ab}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 19 ปริมาณกรดไขมันอิสระ ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.59±0.36[a]	1.70±0.26[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.45±0.39[ab]	1.52±0.26[ab]	1.07±0.06[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.02±0.11[b]	0.91±0.10[c]	0.90±0.07[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.26±0.09[ab]	1.16±0.17[bc]	1.17±0.12[a]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.49±0.06[a]	1.37±0.04[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.30±0.07[b]	1.18±0.05[b]	0.99±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.04±0.02[c]	0.97±0.05[c]	0.93±0.03[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.36±0.02[b]	1.22±0.08[b]	1.23±0.01[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.59±0.36[a]	2.23±0.01[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.37±0.34[a]	2.07±0.06[b]	1.94±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.95±0.05[b]	0.92±0.01[d]	0.91±0.04[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.25±0.03[b]	1.24±0.01[c]	1.16±0.11[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.40±0.22[a]	2.04±0.29[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.20±0.22[a]	1.84±0.28[a]	1.68±0.34[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.10±0.08[b]	0.98±0.06[b]	0.83±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.25±0.02[b]	1.25±0.01[b]	1.12±0.06[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.70±0.20[a]	2.37±0.03[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.51±0.19[a]	2.17±0.02[b]	2.03±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.24±0.12[b]	1.08±0.05[d]	0.98±0.03[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.44±0.12[b]	1.27±0.04[c]	1.17±0.03[b]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 19 (ต่อ) ปริมาณกรดไขมันอิสระ ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

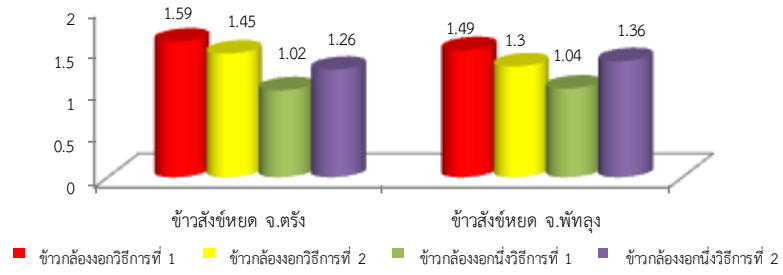
พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.68±0.66[a]	2.87±0.25[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.96±0.26[a]	2.67±0.26[a]	2.13±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.31±0.05[b]	1.11±0.02[b]	1.02±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.51±0.05[b]	1.30±0.01[b]	1.27±0.04[b]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.57±0.06[a]	1.39±0.02[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.37±0.05[b]	1.20±0.03[b]	1.07±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.23±0.02[c]	1.11±0.02[c]	1.02±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.44±0.03[b]	1.36±0.02[a]	1.24±0.01[a]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.18±0.29[a]	2.03±0.31[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.98±0.29[a]	1.83±0.31[ab]	1.70±0.27[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.39±0.13[b]	1.22±0.10[c]	1.08±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.54±0.08[b]	1.43±0.13[bc]	1.29±0.03[b]
ข้าวดอกข่า จ.พังงา			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.50±0.05[a]	2.38±0.02[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.29±0.05[b]	2.18±0.02[b]	2.04±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.25±0.08[d]	1.19±0.06[d]	1.05±0.03[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.44±0.06[c]	1.38±0.07[c]	1.27±0.04[b]
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.48±0.50[a]	2.21±0.43[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.36±0.52[a]	2.00±0.44[ab]	1.69±0.47[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.56±0.15[c]	1.34±0.09[c]	1.15±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.78±0.15[b]	1.54±0.07[bc]	1.42±0.12[ab]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

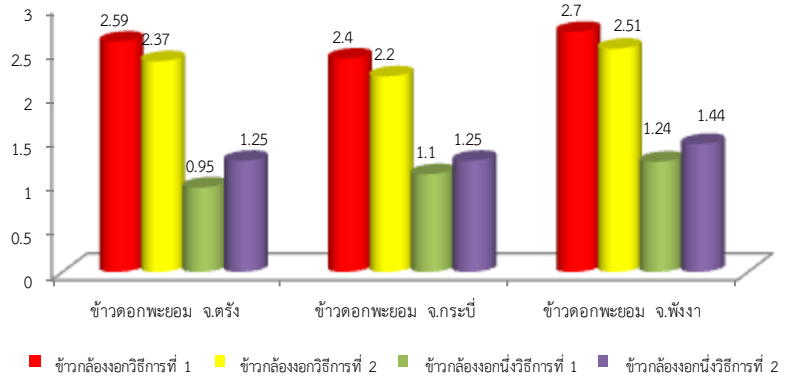
ตารางที่ 19 (ต่อ) ปริมาณกรดไขมันอิสระ ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.37±0.05^{ab}	2.22±0.10^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.12±0.09^{b}	2.02±0.09^{c}	1.83±0.06^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.58±0.34^{ab}	2.29±0.08^{b}	2.10±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.77±0.35^{a}	2.50±0.07^{a}	2.29±0.06^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.45±0.25^{a}	2.23±0.29^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.22±0.29^{a}	2.03±0.29^{a}	1.87±0.32^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.52±0.2^{b}	1.28±0.11^{b}	1.17±0.08^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.74±0.24^{b}	1.45±0.09^{b}	1.43±0.04^{b}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.43±0.28^{a}	2.22±0.23^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.21±0.31^{a}	2.04±0.21^{a}	1.92±0.16^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.17±0.05^{b}	1.08±0.04^{b}	1.00±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.43±0.09^{b}	1.34±0.01^{b}	1.50±0.01^{b}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.11±0.19^{a}	2.02±0.21^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.95±0.23^{ab}	1.81±0.21^{ab}	1.65±0.13^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1.52±0.16^{c}	1.34±0.09^{c}	1.10±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1.74±0.09^{bc}	1.58±0.04^{bc}	1.39±0.03^{b}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา			
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	1.53±0.22^{b}	1.35±0.09^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1.39±0.18^{b}	1.15±0.09^{d}	1.00±0.04
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.18±0.09^{a}	2.07±0.06^{b}	1.42±0.61
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.37±0.03^{a}	2.32±0.00^{a}	1.72±0.61

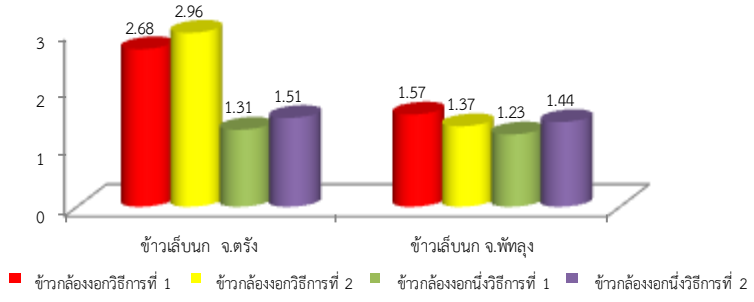
หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)



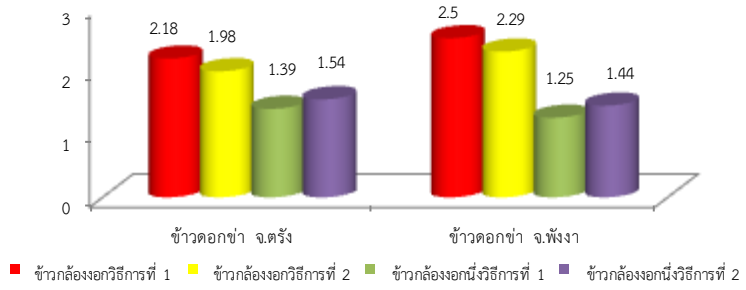
ภาพที่ 14 กรดไขมันอิสระของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



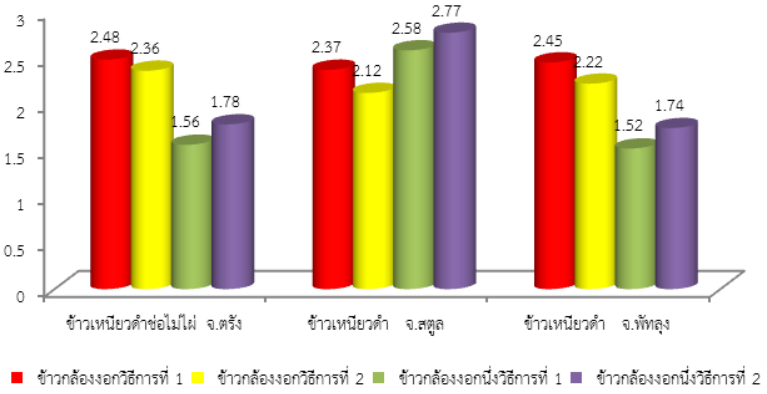
ภาพที่ 14 (ต่อ) กรดไขมันอิสระของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



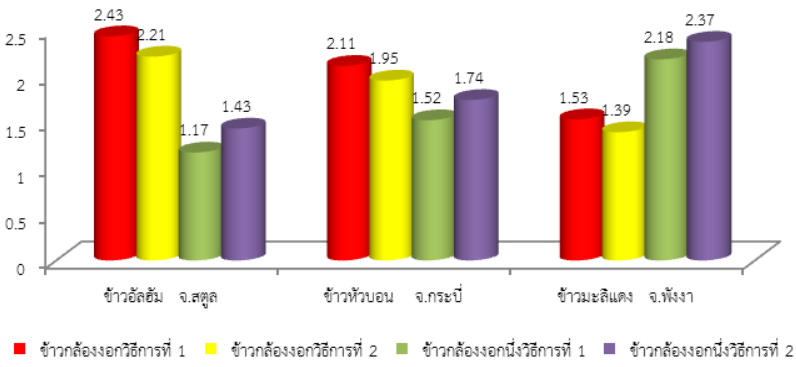
ภาพที่ 14 (ต่อ) กรดไขมันอิสระของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



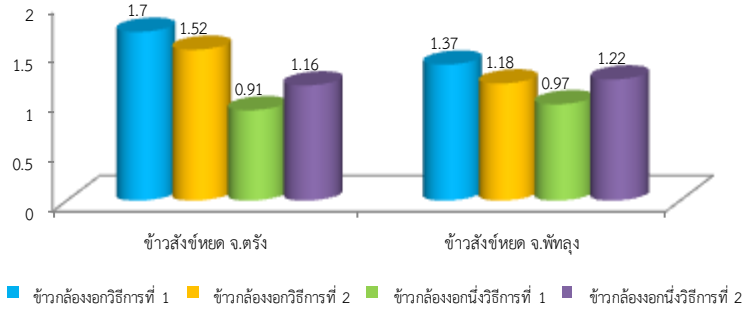
ภาพที่ 14 (ต่อ) กรดไขมันอิสระของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



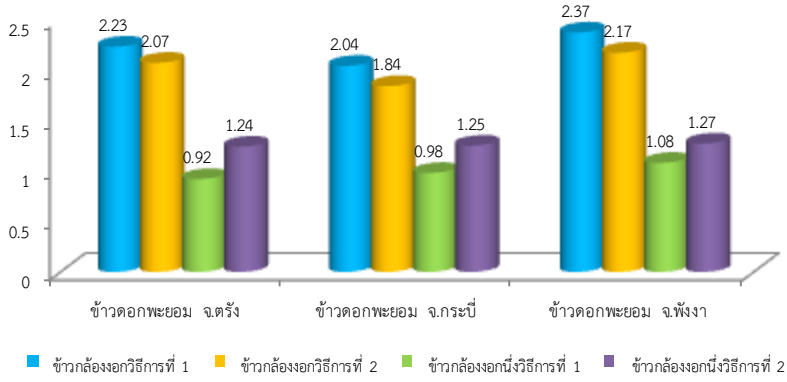
ภาพที่ 14 (ต่อ) กรดไขมันอิสระของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



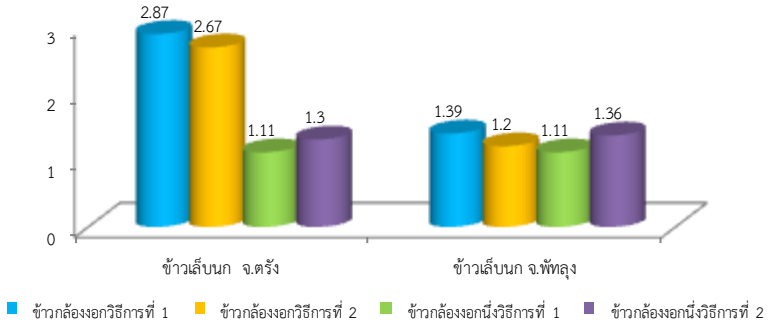
ภาพที่ 14 (ต่อ) กรดไขมันอิสระของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



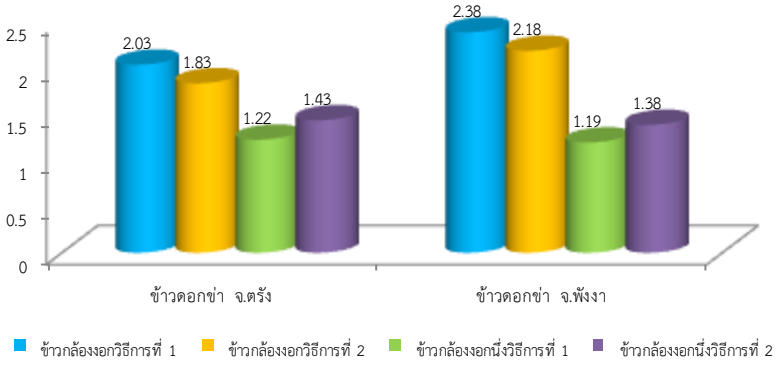
ภาพที่ 15 กรดไขมันอิสระ ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



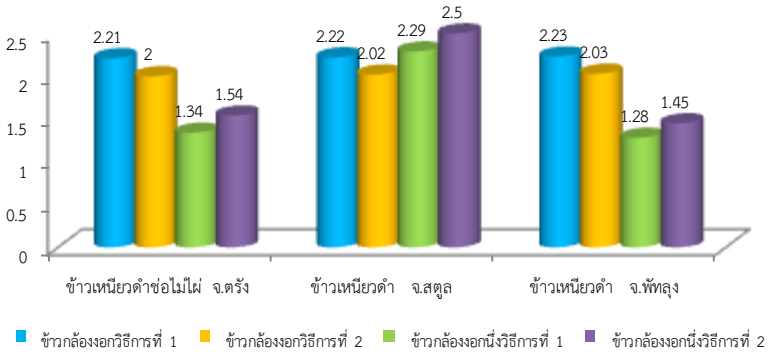
ภาพที่ 15 (ต่อ) กรดไขมันอิสระ ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



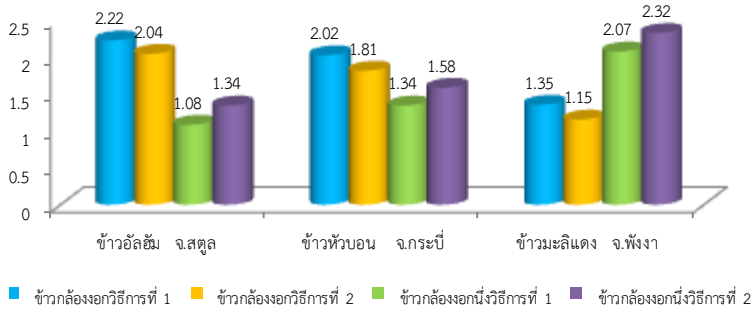
ภาพที่ 15 (ต่อ) กรดไขมันอิสระ ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 15 (ต่อ) กรดไขมันอิสระ ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 15 (ต่อ) กรดไขมันอิสระ ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 15 (ต่อ) กรดไขมันอิสระ ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ปริมาณกรดไขมันอิสระ

ปริมาณกรดไขมันอิสระในข้าวทดลอง แสดงผลในตารางที่ 19 (ภาพที่ 14-15) เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ และข้าวงอกนึ่ง 2 วิธีการ พบว่าข้าวทดลองจำนวน 15 ตัวอย่าง มีค่ากรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 2.70 โดยการขัดสีแบบกะเทาะเปลือกจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ ปริมาณกรดไขมันอิสระใน

ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่า วิธีการที่ 1 แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ขณะที่ข้าวสังข์หยดที่ผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง วิธีการที่ 1 มีค่าต่ำกว่าวิธีการที่ 2 เมื่อพิจารณาสายพันธุ์ข้าว พบว่า ข้าวดอกพะยอม(พังงา) มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงที่สุดรองลงมา ได้แก่ ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) และ ข้าวดอกข่า (ตรัง) ตามลำดับ ส่วนข้าวที่เหลือจะมีค่ากรดไขมันอิสระต่ำกว่า 2.0 ผลการทดลองจึงแสดงให้เห็นว่า วิธีการผลิตข้าว และแหล่งปลูกข้าวที่ต่างกันย่อมส่งผลต่อปริมาณของกรดไขมันอิสระในเมล็ดข้าว โดยกรดไขมันอิสระในข้าวส่วนใหญ่มีเพียงเล็กน้อย (Ohashi *et al*., 1980)

ปริมาณฟลาโวนอยด์ในข้าวพื้นเมือง

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ในข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ (ตารางที่ 20) จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และ ข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามกระบวนการ 2 วิธีการ และ ผลิตข้าวงอกนึ่ง ตามกระบวนการ 2 วิธีการ พบว่า ปริมาณฟลาโวนอยด์ในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุด ได้แก่ ข้าวดอกข่า (ตรัง) มีค่าเท่ากับ 390 6.91 มิลลิกรัมสมมูลแคทิชินต่อ 100 กรัมข้าว รองลงมา ได้แก่ ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวสังข์หยด(พัทลุง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) และข้าวเล็บนก (พัทลุง) ตามลำดับ โดยมีฟลาโวนอยด์อยู่ในช่วงระหว่าง 69.54 ถึง 347.28 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟลาโวนอยด์ในข้าวที่ขัดสี 3 แบบได้แก่ข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ปรากฏว่า ปริมาณฟลาโวนอยด์มีค่าสูงที่สุดในข้าวกะเทาะเปลือก รองลงมาได้แก่ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ เมื่อนำข้าวตัวอย่างทั้งหมดไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ ผลการทดลอง พบว่าข้าวทุกตัวอย่างมีแนวโน้มปริมาณฟลาโวนอยด์ลดต่ำลง ยกเว้น ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) จะมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวแบบกะเทาะเปลือก เมื่อพิจารณาวิธีการผลิตข้าวกล้องงอก จะพบว่าการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะให้ปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าวิธีการที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำข้าวไปผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง ตามวิธีการ 2 แบบ ผลปรากฏว่า ข้าวตัวอย่างมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือกในวิธีการผลิตแบบที่ 1 ได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ขณะที่วิธีผลิตข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 2 พบว่าปริมาณฟลาโวนอยด์มีค่าสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือกเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงข้าวบางตัวอย่าง ที่มีค่าต่ำกว่า ได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าว

ดอกข่า (พังงา) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) และข้าวมะลิแดง (พังงา) ทั้งนี้จากการทดลอง กล่าวได้ว่า ปริมาณฟลาโวนอยด์มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้น และลดลงด้วยการผลิตข้าว ที่ใช้กระบวนการแตกต่างกันรวมทั้งขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ชนิดข้าว การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในข้าวพื้นเมือง แสดงให้เห็นว่า พื้นที่เพาะปลูกข้าว และวิธีการผลิต แปรรูปข้าว มีผลต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในข้าวพื้นเมือง

ปริมาณแทนนินในข้าวพื้นเมือง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในข้าวพื้นเมือง จำนวน 9 สายพันธุ์ 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 21) พบว่าปริมาณแทนนินมีค่ามากที่สุดในข้าวดอกข่า (ตรัง) มีค่าเท่ากับ 85.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ($P \leq 0.05$) รองลงมา ได้แก่ ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) และข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 85.38 – 70.95 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนข้าวพื้นเมืองที่มีปริมาณแทนนินน้อยสุด อยู่ในช่วงระหว่าง 29.24 - 38.27 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (พังงา) และ ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ขณะที่ข้าวกะเทาะเปลือกมีปริมาณแทนนินสูงกว่า ข้าวซ้อมมือและข้าวสาร เมื่อพิจารณาการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง พบว่า การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 สูงกว่าการผลิตข้าวกล้องงอกแบบที่ 1 และส่วนการผลิตข้าวงอกนึ่ง ทั้ง 2 วิธีการ พบว่า ข้าวพื้นเมืองส่วนใหญ่ที่ผลิตข้างงอกนึ่งตามวิธีการแบบที่ 2 จะให้ค่าแทนนินสูงกว่าแบบ 1 ยกเว้นในข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) และข้าวมะลิแดง (พังงา) ซึ่งให้ค่าสูงกว่า แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวพื้นเมืองชนิดเดียวกันแต่ปลูกต่างพื้นที่ พบว่าปริมาณแทนนินในข้าวเหนียวมีค่าใกล้เคียงกัน ต่างจากปริมาณแทนนินในข้าวสังข์หยด ข้าวเล็บนก และข้าวดอกพะยอม ที่มีค่าแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้ การทดลองแสดงให้เห็นว่า พื้นที่เพาะปลูกและกรรมวิธีการแปรรูปข้าวมีผลต่อปริมาณแทนนินในข้าวทดลอง

ตารางที่ 20 ปริมาณฟลาโวนอยด์ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (mg catechin / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	109.82±4.54[b]	64.80±0.44[b]	44.80±0.45[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	95.51±1.01[c]	65.61±0.91[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	66.95±1.33[d]	48.94±2.32[c]	42.43±5.80[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	67.25±2.91[d]	43.25±2.89[d]	34.95±0.41[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	143.27±7.85[a]	90.30±4.85[a]	63.24±2.09[a]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	315.75±6.49[a]	240.74±1.51[a]	150.74±1.49[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	89.49±3.61[d]	89.49±3.61[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	72.01±1.71[e]	53.52±0.19[d]	39.46±0.84[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	113.62±0.38[c]	86.28±1.98[c]	63.65±0.41[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	236.17±2.47[b]	176.20±2.47[b]	126.79±6.45[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	119.13±8.55[c]	84.09±3.56[c]	53.99±3.56[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	148.20±3.94[b]	98.19±3.91[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	173.85±8.17[a]	123.88±1.76[a]	83.89±1.74[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	148.39±5.65[b]	118.45±5.70[a]	83.42±0.71[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	154.09±3.61[b]	124.00±3.62[a]	84.00±3.61[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	150.48±4.56[b]	117.88±4.46[b]	82.58±0.54[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	72.77±8.55[d]	55.26±6.14[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	94.05±8.55[c]	76.81±5.29[c]	63.11±1.99[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	68.59±2.09[d]	59.04±1.51[d]	49.14±1.01[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	295.45±9.31[a]	240.17±13.99[a]	165.12±11.02[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	73.72±7.98[b]	58.74±2.97[b]	42.09±0.38[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	108.87±5.51[a]	84.05±0.29[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	47.69±9.69[c]	41.04±6.04[c]	31.34±5.84[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	110.39±3.23[a]	85.64±1.92[a]	63.39±0.33[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	55.10±6.84[c]	46.15±5.59[c]	34.66±4.10[c]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 20 (ต่อ) ปริมาณฟลาโวนอยด์ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (mg catechin / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	154.28±1.52[a]	133.78±1.62[a]	93.63±1.47[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	109.63±11.35[b]	94.33±5.81[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	115.52±3.80[b]	81.32±1.20[c]	61.23±1.09[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	105.07±12.35[bc]	79.98±7.15[c]	68.19±1.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	91.58±6.08[c]	74.15±3.65[c]	61.65±1.55[c]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	69.54±5.58[c]	57.19±3.93[c]	48.09±2.93[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	104.88±11.78[b]	89.63±6.53[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	198.36±10.64[a]	168.41±10.89[a]	108.47±0.90[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	199.88±12.92[a]	164.80±8.04[a]	109.59±2.95[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	109.82±17.48[b]	92.22±10.08[b]	71.58±10.54[b]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	396.91±20.33[a]	319.39±17.85[a]	234.14±2.90[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	111.01±3.99[d]	91.08±3.96[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	141.55±14.63[c]	118.23±2.09[c]	78.19±2.04[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	283.86±1.52[b]	243.75±1.44[b]	200.60±0.48[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	119.70±8.74[cd]	96.45±5.69[d]	76.15±5.89[c]
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	320.34±7.98[b]	299.62±8.45[a]	234.59±13.46[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	177.84±11.02[e]	147.29±10.97[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	295.26±21.28[c]	258.71±17.43[b]	200.12±0.00[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	342.38±0.00[a]	291.56±8.58[a]	220.71±0.46[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	210.71±5.13[d]	168.66±6.42[c]	108.63±6.44[d]
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	165.49±10.07[b]	126.81±4.69[a]	91.86±0.31[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	177.27±7.03[a]	127.28±7.03[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	124.26±3.80[d]	100.76±0.50[c]	90.99±0.77[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	140.22±0.76[c]	110.07±0.67[b]	84.70±4.46[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	94.43±0.95[e]	74.93±0.95[d]	59.64±3.84[c]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 20 (ต่อ) ปริมาณฟลาโวนอยด์ของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (mg catechin / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	139.08±17.86^{b}	108.81±7.64^{c}	80.81±0.37^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	95.30±2.72^{c}	83.95±1.17^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	220.21±3.61^{a}	188.58±1.95^{a}	145.78±4.35^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	220.59±13.11^{a}	190.61±3.13^{a}	140.33±2.92^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	205.01±8.93^{a}	170.01±13.93^{b}	119.81±3.63^{c}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	144.40±6.84^{d}	119.20±2.04^{d}	92.69±5.56^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	226.07±6.11^{c}	195.77±6.51^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	302.49±12.55^{b}	267.33±17.82^{b}	222.30±12.80^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	116.85±3.61^{e}	96.70±3.56^{e}	78.67±6.50^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	375.00±17.48^{a}	331.76±10.64^{a}	287.79±3.64^{a}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	88.35±2.85^{d}	78.41±2.86^{d}	62.76±2.42^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	101.46±2.28^{c}	90.31±1.12^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	76.19±2.85^{e}	66.26±2.89^{e}	52.61±0.47^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	222.87±3.61^{a}	185.17±1.01^{a}	125.13±1.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	153.39±1.71^{b}	123.26±1.88^{b}	93.30±1.95^{b}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	290.32±15.96^{b}	265.21±21.05^{b}	225.15±21.01^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	149.21±1.33^{c}	118.90±1.62^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	157.57±4.75^{c}	112.30±10.12^{c}	98.42±1.79^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	356.06±15.58^{a}	315.76±15.48^{a}	240.62±0.42^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	127.74±0.00^{d}	103.19±0.05^{c}	90.19±2.97^{b}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	340.28±8.80^{a}	310.28±8.80^{a}	260.26±8.82^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	93.76±1.56^{d}	77.65±2.45^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	106.83±0.95^{cd}	91.91±6.07^{c}	70.14±4.34^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	159.03±29.83^{b}	130.40±8.16^{b}	100.33±8.19^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	129.39±10.83^{c}	101.24±8.88^{c}	76.24±3.90^{c}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 21 ปริมาณแทนนินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณแทนนิน (mg tannic acid / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	43.00±4.70^{b}	41.42±1.08^{b}	39.65±0.05^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	26.10±0.90^{c}	23.67±0.59^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	46.95±1.15^{b}	44.48±0.34^{b}	40.48±0.32^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	72.17±0.34^{a}	66.67±1.17^{a}	61.19±0.62^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	42.00±4.00^{b}	37.03±4.03^{c}	35.05±0.96^{c}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	64.50±0.25^{c}	60.32±0.03^{c}	55.23±1.03^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	64.19±4.19^{c}	61.35±3.84^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	70.83±0.50^{b}	66.88±0.73^{b}	62.02±0.59^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	78.84±0.16^{a}	73.88±0.78^{a}	69.69±0.59^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	81.42±0.09^{a}	75.87±0.54^{a}	71.22±0.02^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	71.25±2.25^{c}	66.35±1.05^{c}	61.97±0.44^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	77.63±0.38^{a}	72.70±0.40^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	74.90±0.30^{b}	69.95±0.34^{b}	64.91±0.61^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	64.60±0.30^{d}	60.13±0.22^{e}	54.79±0.49^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	66.05±0.95^{d}	61.62±0.46^{d}	56.13±0.95^{c}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	50.55±2.15^{d}	44.89±0.42^{d}	42.05±0.65^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	44.25±1.42^{e}	39.75±0.92^{e}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	67.50±0.50^{c}	63.83±0.49^{c}	57.50±0.50^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	72.48±0.65^{b}	65.28±0.85^{b}	61.48±0.35^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	76.09±0.41^{a}	71.99±0.52^{a}	66.09±0.41^{a}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	29.24±5.94^{bc}	31.74±2.43^{cd}	24.49±1.09^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27.45±0.85^{c}	27.45±0.85^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	35.95±5.95^{b}	35.95±5.95^{c}	35.95±5.95^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	52.08±0.75^{a}	52.08±0.75^{a}	52.08±0.75^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	46.10±0.50^{a}	46.10±0.50^{b}	46.10±0.50^{b}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 21 (ต่อ) ปริมาณแทนนินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณแทนนิน (mg tannic acid / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	50.13±2.88^{c}	50.13±2.88^{c}	50.13±2.88^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	31.30±1.20^{d}	25.75±0.45^{e}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	57.30±0.10^{b}	52.82±0.41^{b}	49.32±0.89^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	33.90±0.60^{d}	29.88±0.43^{d}	25.95±0.36^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	65.50±0.50^{a}	61.10±1.00^{a}	55.98±0.41^{a}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	38.27±8.07^{ab}	26.31±0.07^{c}	22.27±0.95^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	29.85±0.05^{c}	26.37±0.56^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	21.30±0.20^{d}	18.03±0.44^{d}	15.49±0.09^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	33.00±0.20^{bc}	28.02±0.80^{b}	23.99±0.72^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	44.45±0.05^{a}	40.00±0.43^{a}	35.01±0.47^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	85.88±0.63^{a}	80.68±0.47^{a}	72.76±0.45^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	65.55±1.45^{c}	60.60±0.55^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	79.85±1.25^{b}	75.37±1.76^{b}	69.36±0.74^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	79.00±5.00^{b}	76.16±2.95^{b}	67.20±0.07^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	54.75±1.55^{d}	50.77±0.55^{d}	45.72±0.49^{d}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	85.38±1.13^{a}	75.39±1.12^{a}	69.69±0.56^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	57.82±1.09^{d}	52.16±0.44^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	71.80±0.38^{c}	66.82±0.62^{c}	61.75±0.60^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	52.34±0.44^{e}	46.15±0.42^{e}	41.83±0.40^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	75.57±1.48^{b}	71.35±0.95^{b}	65.97±1.66^{b}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	62.63±0.13^{b}	58.13±0.63^{c}	52.34±0.19b
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	77.50±1.50^{a}	71.72±0.32^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	37.25±0.25^{d}	32.01±0.91^{e}	26.31±0.03d
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	41.00±0.20^{c}	35.84±0.64^{d}	31.05±0.15c
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	64.76±3.88^{b}	63.26±0.38^{b}	60.99±0.14a

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 21 (ต่อ) ปริมาณแทนนินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณแทนนิน (mg tannic acid / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	68.38±2.13^{a}	61.33±1.18^{a}	58.88±0.37^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	33.45±0.55^{d}	29.46±0.55^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	66.50±0.30^{ab}	62.02±0.18^{a}	56.49±0.23^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	38.65±0.45^{c}	32.73±0.54^{b}	28.66±0.44^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	62.93±4.62^{b}	58.93±3.62^{a}	62.93±4.62^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	61.60±1.00^{a}	57.10±0.50^{a}	52.55±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	47.16±0.46^{b}	41.16±0.54^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	46.50±1.10^{b}	41.03±0.59^{b}	37.02±0.62^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	31.44±1.56^{c}	31.44±1.56^{c}	31.44±1.56^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	23.00±0.10^{d}	23.00±0.10^{d}	23.00±0.10^{d}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	71.55±1.45^{a}	69.91±0.33^{a}	64.55±0.45^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	68.20±1.30^{ab}	61.71±1.20^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	64.25±2.75^{bc}	60.70±0.40^{b}	47.75±6.25^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	58.67±6.84^{c}	56.18±4.35^{c}	43.67±1.84^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	41.50±0.30^{d}	41.00±0.20^{d}	39.00±2.80^{c}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	70.95±0.15^{c}	64.95±0.85^{c}	60.99±0.15^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	84.00±2.25^{a}	77.00±0.75^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	59.75±0.75^{d}	55.65±0.15^{d}	51.03±0.46^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	75.34±0.34^{b}	70.36±0.31^{b}	65.76±0.48^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	24.45±0.45^{e}	23.47±0.43^{e}	20.50±0.20^{d}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	62.70±1.30^{a}	60.70±0.60^{a}	56.20±0.80^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	36.95±0.45^{c}	32.45±0.95^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	55.33±1.50^{b}	51.33±0.50^{b}	51.32±0.51^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	31.20±0.20^{d}	30.70±0.70^{d}	29.20±2.20^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.85±1.15^{e}	17.39±0.33^{e}	14.85±0.15^{d}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 22 ปริมาณฟินอลิกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณฟินอลิก (mg gallic acid / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	14.93±1.28^{c}	11.93±1.28^{c}	6.89±0.34^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27.36±1.38^{b}	24.11±1.63^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	10.31±0.53^{d}	7.78±0.06^{d}	4.48±0.06^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	27.61±0.84^{b}	23.93±0.21^{b}	17.63±0.59^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	30.14±0.58^{a}	25.84±0.48^{a}	19.75±0.37^{a}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	17.92±0.41^{d}	14.92±0.41^{e}	9.57±0.26^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	37.03±0.37^{a}	32.83±0.36^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	31.73±1.66^{b}	29.33±0.75^{b}	22.88±0.41^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	20.15±0.63^{c}	16.05±0.63^{d}	8.75±0.53^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	31.72±0.32^{b}	27.76±0.30^{c}	17.71±0.56^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	28.14±0.89^{a}	24.24±1.09^{a}	16.75±0.57^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	21.79±1.34^{b}	15.93±0.18^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.91±0.98^{d}	8.37±0.42^{d}	5.35±0.38^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	17.17±0.95^{c}	11.71±0.44^{c}	6.50±0.25^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.48±1.13^{d}	8.01±0.63^{d}	4.51±0.13^{d}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	31.86±0.58^{a}	27.80±0.62^{a}	18.60±0.54^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27.73±1.12^{b}	23.77±1.12^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	20.43±2.09^{c}	16.53±1.69^{c}	11.26±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.82±0.81^{d}	8.12±0.81^{d}	4.87±0.54^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	6.87±0.19^{e}	5.30±0.66^{e}	3.52±0.04^{d}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	9.45±0.39^{e}	6.95±0.13^{e}	4.63±0.09^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	21.93±0.23^{b}	17.67±0.13^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	18.63±1.58^{c}	14.31±0.96^{c}	9.03±0.64^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	14.13±0.90^{d}	10.75±0.48^{d}	6.89±0.65^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	29.45±0.62^{a}	24.80±0.37^{a}	18.76±0.31^{a}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 22 (ต่อ) ปริมาณฟินอลิกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณฟินอลิก (mg gallic acid / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	13.40±0.83^{cd}	10.37±0.15^{d}	7.10±0.41^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	16.32±0.38^{b}	12.23±0.51^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	24.76±2.68^{a}	23.26±1.08^{a}	16.61±0.53^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	14.26±0.39^{bc}	10.51±0.07^{d}	7.00±0.56^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.22±1.14^{d}	8.12±0.74^{d}	5.88±0.09^{c}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	15.92±0.91^{a}	12.89±0.62^{a}	8.42±0.13^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	17.70±1.48^{a}	13.60±1.48^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.45±0.45^{b}	8.45±0.25^{b}	6.07±0.18^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.34±1.25^{b}	8.42±1.13^{b}	6.12±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.72±0.69^{a}	13.73±0.59^{a}	9.58±0.07^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	18.09±0.71^{b}	15.19±0.67^{b}	10.12±0.46^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	11.67±0.20^{d}	9.47±0.11^{d}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	45.57±2.11^{a}	37.72±0.44^{a}	28.40±0.91^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.40±0.73^{d}	8.30±0.07^{e}	5.20±0.07^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	15.36±0.61^{c}	11.35±0.57^{c}	7.32±0.59^{c}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	14.44±0.71^{d}	11.21±0.44^{d}	7.54±0.06^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	19.14±0.42^{c}	15.94±0.43^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	33.47±0.57^{a}	29.44±0.50^{a}	23.21±0.33^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	15.50±0.76^{d}	11.70±0.46^{d}	8.37±0.02^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	29.25±1.17^{b}	25.30±1.02^{b}	17.65±0.47^{b}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	11.56±0.51^{d}	10.91±0.55^{c}	6.22±0.35^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	14.94±0.63^{b}	11.90±0.52^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	13.22±0.39^{c}	10.09±0.44^{c}	6.79±0.56^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	15.76±0.99^{b}	12.83±0.34^{a}	8.35±0.11^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	17.32±1.08^{a}	13.25±0.49^{a}	8.21±0.43^{a}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 22 (ต่อ) ปริมาณฟินอลิกของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณฟินอลิก (mg gallic acid / 100 g sample)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	16.10±0.99^{c}	12.70±0.60^{d}	8.39±0.21^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	17.59±0.02^{c}	14.33±0.42^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	16.92±0.04^{c}	12.85±0.07d	8.60±0.12^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	37.51±2.08^{b}	32.64±1.16^{b}	24.29±0.45^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	48.64±0.77^{a}	43.39±0.82^{a}	32.59±0.42^{a}
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	11.09±0.48^{e}	7.79±0.52^{e}	4.14±0.03^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	39.92±0.23^{b}	35.22±0.43^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	70.72±1.51^{a}	64.73±1.00^{a}	50.18±0.05^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	32.37±1.58^{c}	29.12±1.54^{c}	21.82±1.54^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	24.81±0.79^{d}	21.16±0.48^{d}	14.66±0.52^{c}
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	15.50±1.13^{c}	12.67±0.47^{c}	7.81±0.53^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	25.66±1.68^{b}	21.65±1.50^{b}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	15.29±0.99^{c}	11.64±0.44^{c}	7.75±0.54^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	13.79±0.96^{c}	13.79±0.96^{c}	7.98±0.36^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	32.80±2.31^{a}	32.80±2.31^{a}	22.80±2.35^{a}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	11.72±0.82^{d}	8.61±0.02^{d}	5.32±0.06^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	18.31±2.29^{c}	15.42±2.10^{c}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	34.79±1.94^{a}	29.84±1.39^{a}	20.69±0.44^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	16.20±0.09^{c}	13.27±0.09^{c}	7.99±0.36^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	28.37±2.45^{b}	25.39±1.49^{b}	16.92±0.58^{b}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	16.98±0.90^{c}	13.53±0.17^{c}	7.73±0.47^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	39.00±1.03^{a}	34.75±1.30^{a}	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	28.29±1.41^{b}	23.53±0.94^{b}	15.83±0.44^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	14.45±1.62^{d}	11.51±0.64^{d}	6.61±0.44^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.88±0.41^{d}	10.04±0.32^{e}	5.24±0.92^{d}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟินอลิกในข้าวพื้นเมือง

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟินอลิกในข้าวพื้นเมือง จำนวน 15 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณฟีนอลิกมีค่าแตกต่างกันตามสายพันธุ์ข้าว โดยปริมาณฟีนอลิกมีค่าสูงที่สุด ในข้าวดอกพะยอม (กระบี่) เท่ากับ 31.86 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมข้าว รองลงมาได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ตามลำดับ ส่วนข้าวที่มีปริมาณฟีนอลิกต่ำสุด ได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (พังงา) และข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ทั้งนี้ จะพบว่าข้าวแบบกะเทาะเปลือกจะมีปริมาณฟีนอลิกสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟีนอลิกในข้าวเปลือกที่ผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ด้วยวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน 4 วิธีการ พบว่าวิธีการต่างกันจะส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกในข้าวแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 22 ดังนี้ ข้าวที่มีปริมาณฟีนอลิกเพิ่มขึ้น เมื่อแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง ได้แก่ ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวหัวบอน (กระบี่) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) และข้าวดอกข่า (พังงา) โดยการเพิ่มขึ้นในข้าวแต่ละชนิดที่วิธีการผลิตต่างกันจะเพิ่มขึ้นด้วยปริมาณที่ต่างกันด้วย ส่วนข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นด้วยกระบวนการทำข้าวงอกนึ่ง ขณะที่ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) จะมีปริมาณสูงขึ้น เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวดอกพะยอมจากจังหวัดตรัง กับ กระบี่ จะมีปริมาณฟีนอลิก ต่ำกว่าข้าวกะเทาะเปลือกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการนึ่ง พบว่า การนึ่งส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสารประกอบฟินอลิกในข้าว ทำให้ข้าวกล้องมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกสูงว่าข้าวนึ่งกล้อง ทั้งนี้การนึ่ง มีการแช่น้ำและให้ความร้อน จึงอาจส่งผลต่อการลดลงของสารประกอบฟินอลิกดังกล่าว สอดคล้องกับทัศนีย์ และคณะ (2551) พบว่าข้าวกล้องงอกที่ผ่านกระบวนการแช่น้ำ ทำให้สารประกอบฟินอลิกต่ำกว่าข้าวกล้องเช่นเดียวกับ วันพรรษา (2549) กล่าวว่า สารประกอบฟินอลิกในข้าวกล้องหอมมะลิ มีค่าสูงกว่าข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการแช่น้ำก่อนการเพาะงอก แต่ต่างจากรายงานข้าวฮางที่มีสารประกอบฟินอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (ทัศนีย์และคณะ, 2551) รวมถึง จิราภรณ์ และคณะ (2555) พบว่าตัวอย่างข้าวกล้องมีปริมาณฟินอลิกทั้งหมดสูงที่สุด สูงกว่าข้าวกล้องงอก อีกทั้ง นวลศรี และอัญชนา (2546) กล่าวว่าในส่วนของรำและจมูกข้าวประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจำนวนมากกว่า 100 ชนิด ดังนั้น อาจกล่าวสรุปได้ว่า ผลของการแช่น้ำ ความร้อนจากการนึ่ง มีผลต่อการลดลงของสารกลุ่มดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เมล็ดข้าวกล้องสีแดงยังคงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวกล้องสีขาว ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระยังขึ้นอยู่กับปริมาณสารฟินอลิกในข้าวด้วย (Min, 2004)

ตารางที่ 23 ปริมาณวิตามินบี 1 ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณวิตามินบี 1 (mg/ 100 g)	
	กะเทาะ	ซ้อมมือ
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	0.40±0.00 [c]	0.31±0.00 c
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.52±0.01 [b]	0.37±0.01 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.53±0.02 [b]	0.36±0.01 [b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.55±0.01 [a]	0.39±0.02 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.54±0.02 [a]	0.40±0.00 [a]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	0.42±0.01 [c]	0.34±0.01 [c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.53±0.01 [b]	0.39±0.01 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.54±0.02 [b]	0.38±0.02 [b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.58±0.01 [a]	0.41±0.02 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.60±0.00 [a]	0.43±0.01 [a]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	0.31±0.01 [b]	0.21±0.01 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.36±0.02 [a]	0.28±0.01 [a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.38±0.01 [a]	0.26±0.02 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.37±0.00 [a]	0.27±0.01 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.36±0.01 [a]	0.28±0.01 [a]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	0.29±0.02 [b]	0.20±0.01 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.36±0.02 [a]	0.26±0.02 [a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.37±0.01 [a]	0.28±0.02 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.38±0.00 [a]	0.28±0.00 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.37±0.01 [a]	0.27±0.01 [a]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	0.30±0.00 [b]	0.22±0.01 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.37±0.02 [a]	0.27±0.02 [a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.39±0.01 [a]	0.29±0.02 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.39±0.00 [a]	0.28±0.00 [a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.38±0.01 [a]	0.28±0.01 [a]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 23 (ต่อ) ปริมาณวิตามินบี1 ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

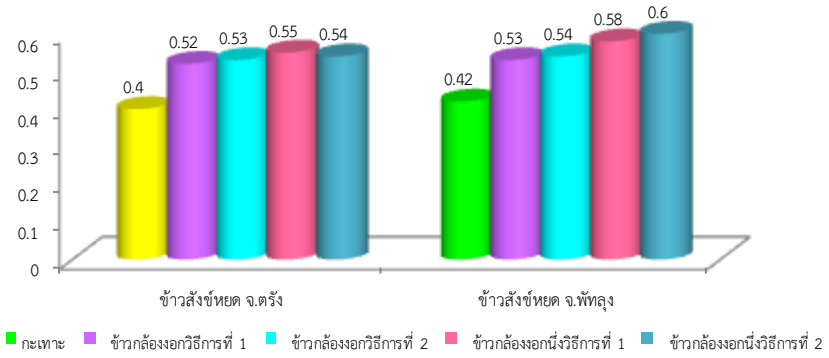
พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณวิตามินบี 1 (mg/ 100 g)	
	กะเทาะ	ซ้อมมือ
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	0.23±0.01^{c}	0.14±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.32±0.02^{ab}	0.19±0.02^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.31±0.01^{b}	0.22±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.34±0.02^{a}	0.23±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.36±0.01^{a}	0.25±0.01^{a}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	0.22±0.03^{b}	0.11±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.30±0.02^{ab}	0.20±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.33±0.01^{a}	0.22±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.32±0.02^{a}	0.21±0.03^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.35±0.01^{a}	0.24±0.01^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	0.32±0.01^{c}	0.21±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.39±0.02^{b}	0.26±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.41±0.01^{b}	0.27±0.00^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.44±0.02^{a}	0.30±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.46±0.01^{a}	0.32±0.01^{a}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	0.34±0.02^{c}	0.24±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.40±0.02^{b}	0.30±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.41±0.01^{b}	0.33±0.01^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.43±0.02^{a}	0.32±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.45±0.01^{a}	0.34±0.01^{a}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	0.38±0.03^{b}	0.30±0.03^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.45±0.02^{ab}	0.36±0.02^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.46±0.01^{a}	0.34±0.03^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.49±0.02^{a}	0.39±0.02^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.47±0.04^{a}	0.38±0.03^{a}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

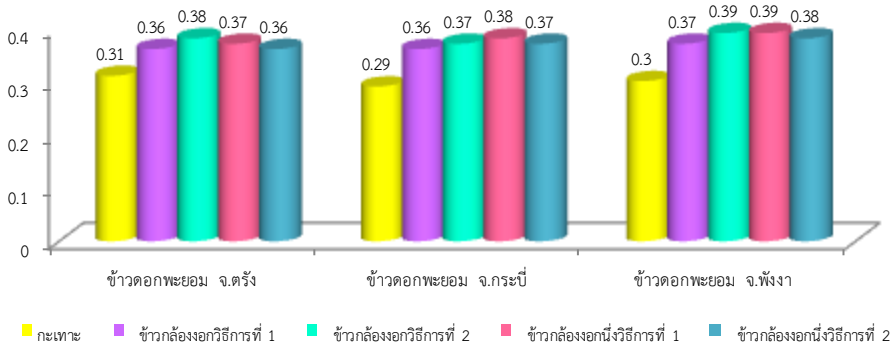
ตารางที่ 23(ต่อ) ปริมาณวิตามินบี1 ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณวิตามินบี 1 (mg/ 100 g)	
	กะเทาะ	ซ้อมมือ
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	0.39±0.03[b]	0.29±0.03[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.46±0.01[ab]	0.35±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.48±0.03[a]	0.34±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.47±0.02[a]	0.40±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.49±0.02[a]	0.38±0.03[a]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	0.38±0.03[b]	0.30±0.03[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.45±0.02[ab]	0.36±0.02[ab]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.46±0.01[a]	0.34±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.49±0.02[a]	0.39±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.47±0.04[a]	0.38±0.03[a]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	0.13±0.02[b]	0.05±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.18±0.02[a]	0.08±0.02[ab]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.19±0.01[a]	0.11±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.17±0.03[a]	0.10±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.19±0.02[a]	0.12±0.03[a]
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	0.18±0.03[b]	0.10±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.24±0.02[ab]	0.17±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.26±0.01[a]	0.16±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.27±0.02[a]	0.19±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.28±0.04[a]	0.20±0.01[a]
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	0.12±0.01[b]	0.05±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.20±0.03[a]	0.09±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.21±0.01[a]	0.11±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.22±0.00[a]	0.12±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.20±0.00[a]	0.10±0.02[a]

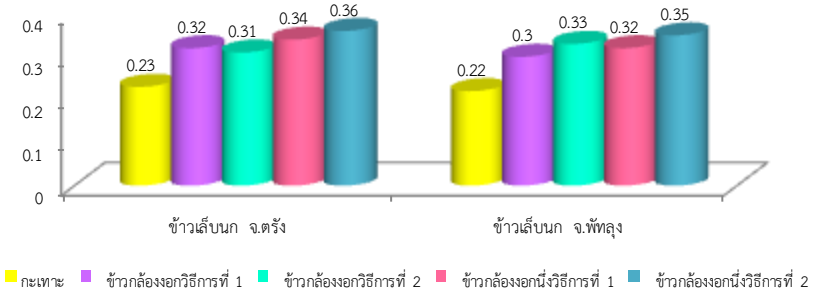
หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)



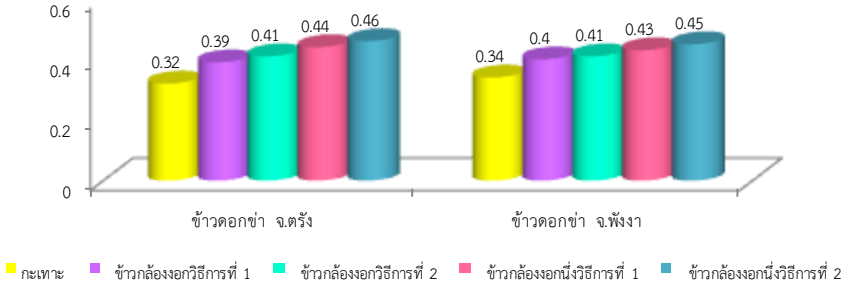
ภาพที่ 16 วิตามินบี1 ของข้าวกล้องกะเทาะเปลือกในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



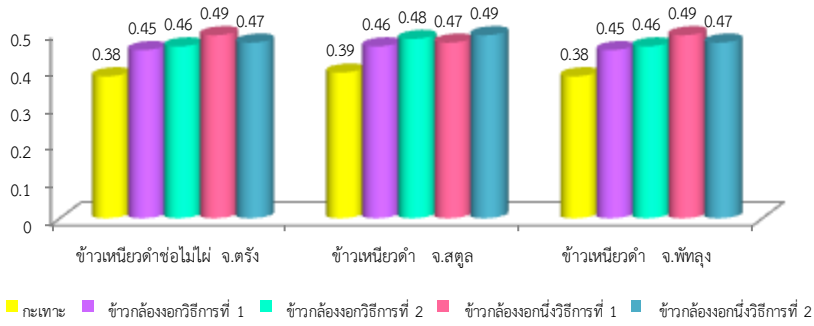
ภาพที่ 16 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวกล้องกะเทาะเปลือกในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



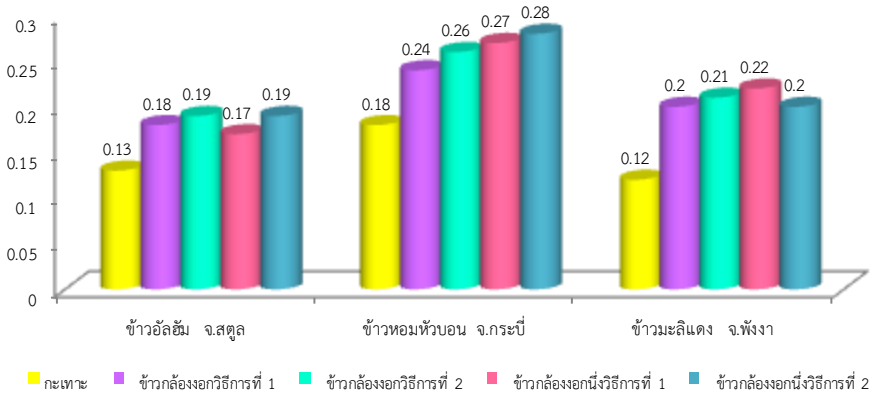
ภาพที่ 16 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวกล้องกะเทาะเปลือกในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



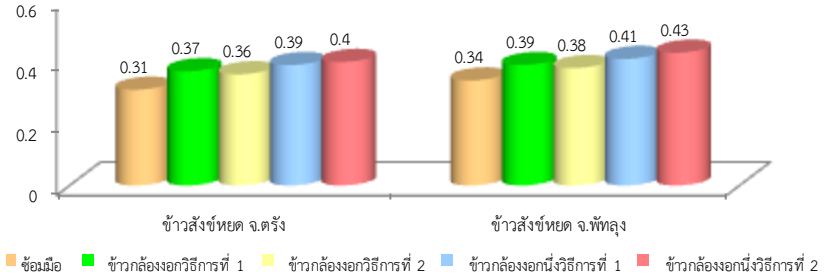
ภาพที่ 16 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวกล้องกะเทาะเปลือกในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



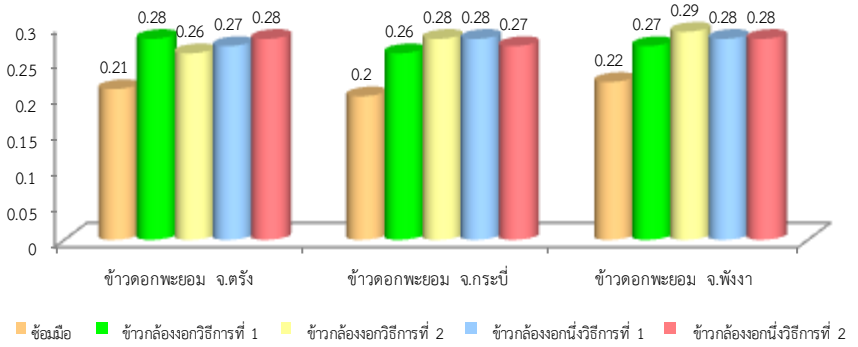
ภาพที่ 16 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวกล้องกะเทาะเปลือกในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



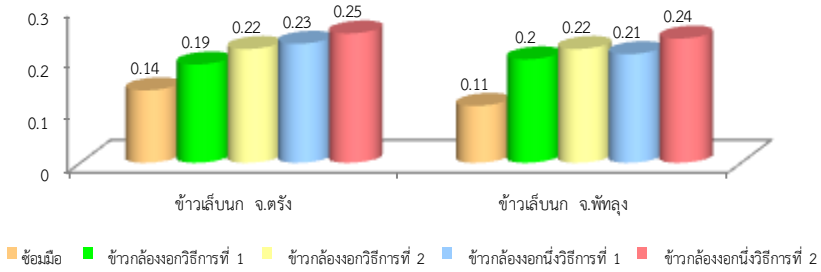
ภาพที่ 16 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



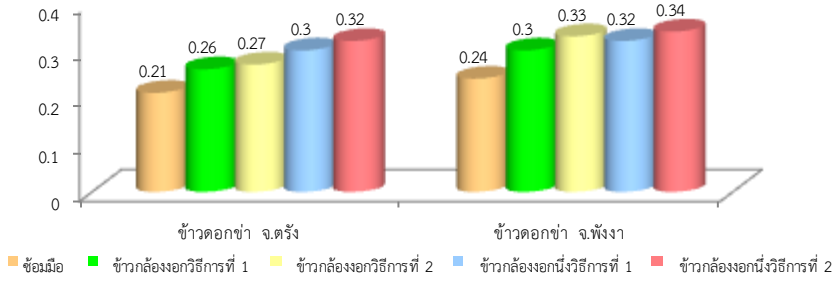
ภาพที่ 17 วิตามินบี1 ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



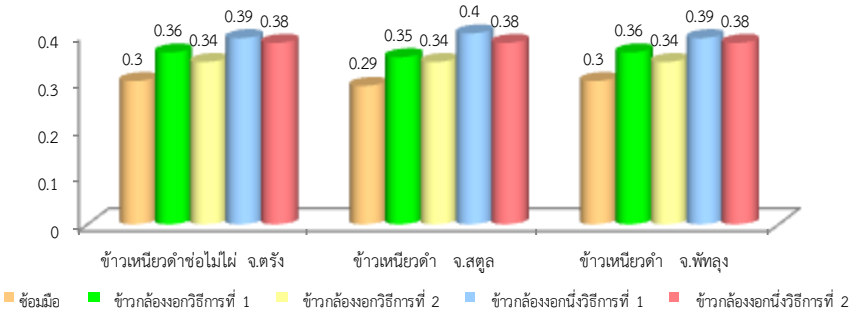
ภาพที่ 17 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



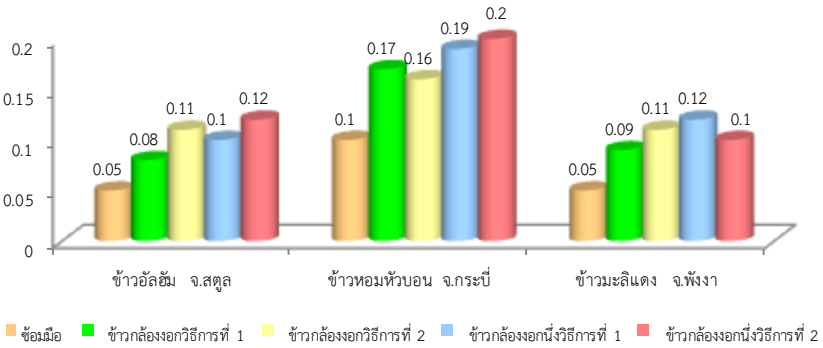
ภาพที่ 17 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 17 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 17 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 17 (ต่อ) วิตามินบี1 ของข้าวซ้อมมือในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวพื้นเมือง

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ (ตารางที่ 23) จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง

ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และ ข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามกระบวนการ 2 วิธีการ และ ผลิตข้าวงอกนึ่ง ตามกระบวนการ 2 วิธีการ พบว่า ปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีปริมาณวิตามินบี 1 สูงสุด ได้แก่ ข้าวสังข์หยด(พัทลุง) มีค่าเท่ากับ 0.42 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมข้าว รองลงมา ได้แก่ ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) และข้าวมะลิแดง (พังงา) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.12 ถึง 0.40 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวที่ขัดสี 2 แบบ ได้แก่ ข้าวกะเทาะเปลือก และข้าวซ้อมมือ ผลปรากฏว่าปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวกะเทาะเปลือก มีค่าสูงกว่าข้าวซ้อมมือ เมื่อนำข้าวตัวอย่างทั้งหมดไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ ผลการทดลอง พบว่าข้าวทุกตัวอย่างมีแนวโน้มปริมาณวิตามินบี 1 เพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาวิธีการผลิตข้าวกล้องงอก จะพบว่าการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะให้ปริมาณวิตามินบี 1 สูงกว่าวิธีการที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำข้าวไปผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง ตามวิธีการผลิต 2 แบบ พบว่า ข้าวงอกนึ่งมีปริมาณวิตามินบี1 สูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก โดยการผลิตข้าวงอกนึ่งแบบที่ 1 ในตัวอย่างข้าวสังข์หยด(ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ข้าวดอกพะยอม(พังงา) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) มีปริมาณวิตามินบี 1 สูงกว่าข้าวงอกนึ่งที่ผลิตตามวิธีการที่ 2 ส่วนที่เหลือ ได้แก่ ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) มีค่าต่ำกว่า ทั้งนี้ จากการทดลองกล่าวได้ว่า ปริมาณวิตามินบี 1 มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้น และลดลงตามกระบวนการผลิตข้าวที่ต่างกัน รวมทั้ง สายพันธุ์ข้าว ดังนั้น ปริมาณวิตามินบี1 ในข้าวพื้นเมือง มีค่าต่างกัน ขึ้นอยู่กับ พื้นที่เพาะปลูกข้าว วิธีการผลิต และแปรรูปข้าว

จากผลการทดลองในตารางที่ 23 แสดงค่าปริมาณวิตามินบี1 ในข้าวพื้นเมือง ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการทดลองของอุไรวรรณ และคณะ (2555) พบว่า อุณหภูมิแช่และเพาะงอกที่เหมาะสมในข้าวกล้องงอกนึ่งสังข์หยดพัทลุง ได้แก่ 40 องศาเซลเซียส เวลาเพาะที่เหมาะสมที่สุดคือ 26 ชั่วโมง แต่การทดลองนี้ได้ค่าต่ำกว่างานของยุพกนิษฐ์ (2553) ซึ่งผลิตข้าวกล้องมอลต์จากข้าวไร่พื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวกล้องมอลต์แดงหอม มีการเพิ่มขึ้นของวิตามินบี 1 เท่ากับ 33 เท่า ส่วนข้าวกล้องมอลต์ อาร์ 258 มีการเพิ่มขึ้นของวิตามินบี 1 เท่ากับ 14.7 เท่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการงอก ปริมาณวิตามินบี 1 มีแนวโน้มเพิ่มจากเริ่มต้น และขึ้นสู่ระดับสูงสุด จากนั้นมีแนวโน้มคงที่และมีรูปแบบที่เหมือนกันในข้าวทุกสายพันธุ์ ทั้งนี้ Yamada และ Kawasaki (1980) ได้อธิบายการเพิ่มของวิตามินบี1 ว่ามาจากกิจกรรมของเอนไซม์ 2 ชนิด คือ thiamine phosphate synthase และ thiamine diphosphate kinase ทำหน้าที่สังเคราะห์วิตามินบี 1 โดยสภาวะที่เหมาะสมของการทำงานของเอนไซม์นี้ คือ pH 7.0-7.5 และอุณหภูมิ 30 -35 °C ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานวิจัยของวัฒนา และคณะ (2550) ที่ติดตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินบี 1 ในขณะแช่ข้าว

เจ้าขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเจ้าชัยนาท1 ที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับคือ 25 35 และ 45 °C พบว่าการเพิ่มขึ้นของวิตามินบี 1 ในข้าวทั้งสองสายพันธุ์ มีค่ามากสุดที่ 35 °C รวมถึงงานของ Vongsudin *et al*., (2012) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของข้าวกล้อง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมนิล ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวดำ ที่ผ่านกระบวนการงอกที่อุณหภูมิ 30°C ระยะเวลางอก 48 ชม.มีปริมาณวิตามินบี 1 สารโพลิฟีนอล และสารกาบา (GABA) เพิ่มขึ้น 1-4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดข้าวที่ไม่ผ่านกระบวนการงอก นอกจากนี้เมล็ดข้าวงอกยังมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น โดยข้าวกล้องงอกที่จากข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด

จากการศึกษาของ Burlingame (2013) ได้วิเคราะห์ปริมาณวิตามิน บี1 ในตัวอย่างข้าวจำนวน 79 สายพันธุ์ พบว่าปริมาณวิตามินบี 1 มีปริมาณตั้งแต่ 0.117-1.74 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งเป็นช่วงที่ค่อนข้างกว้างและมีความแตกต่างกันมากเช่นเดียวกัน เมื่อคิดปริมาณเฉลี่ยจะมีค่า 0.475 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกับปริมาณวิตามินบี 1 ที่วิเคราะห์ในครั้งนี้ โดยข้าวเป็นแหล่งของวิตามินที่ดี และพบมากที่เยื่อหุ้มเมล็ด กับจมูกข้าว วิตามินที่พบมากคือ บี1 บี2 และไนอะซิน อีกทั้งมีรายงานว่าปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวพันธุ์พื้นเมืองจากศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงโดยส่วนใหญ่จะมีปริมาณวิตามินบี 1 สูงกว่าในข้าวพื้นเมืองทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางชนิด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ประวีณาและคณะ, 2555)

ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวพื้นเมือง

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ (ตารางที่ 24) จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และ ข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร จากนั้นนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกด้วยการผลิตต่างกัน 2 วิธีการ และ การผลิตข้าวงอกนึ่งที่ต่างกัน 2 วิธีการ พบว่าปริมาณแอนโทไซยานิน ในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูง จะเป็นกลุ่มข้าวสีดำ ได้แก่ ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) และข้าวเหนียวดำ (สตูล) มีค่าอยู่ในช่วง 1,206.77 - 1,580.54 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง รองลงมา เป็นกลุ่มข้าวสีแดง ได้แก่ ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวสังข์หยด(พัทลุง) และข้าวดอกข่า (ตรัง) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 188.16 – 133.89 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง ส่วนข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินต่ำ เป็นกลุ่มข้าวสีขาว ได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) และข้าวดอกพะยอม (กระบี่) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.87– 5.75 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวที่ผ่านการขัดสี 3 แบบ ได้แก่ ข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ปรากฏว่า ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกะเทาะเปลือก มีค่าสูงกว่าข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ตามลำดับ เมื่อนำข้าวตัวอย่างทั้งหมดไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกต่างกัน 2

วิธีการ พบว่า การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีแนวโน้มปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าวิธีการที่ 1 ทั้งนี้ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอกจะมีค่าต่ำกว่าในข้าวกะเทาะเปลือก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำข้าวพื้นเมือง ไปผลิตเป็นข้าวงอกนึ่งตามวิธีการต่างกัน 2 แบบ ปรากฏว่า ข้าวงอกนึ่งทุกตัวอย่างมีปริมาณแอนโทไซยานินต่ำกว่าข้าวกะเทาะเปลือก และวิธีการผลิตข้าวงอกนึ่งแบบที่ 1 ในข้าวสังข์หยด(ตรัง) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม(พังงา) ข้าวเล็บนก (พัทลุง) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) มีปริมาณแอนโทไซยานิน สูงกว่าข้าวงอกนึ่ง ผลิตแบบที่ 2 มีเพียงข้าวบางตัวอย่างที่มีค่าต่ำกว่า ได้แก่ ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ทั้งนี้ผลการทดลอง อาจกล่าวได้ว่าปริมาณแอนโทไซยานิน มีการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับข้าวกะเทาะเปลือก ดังนั้น ปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวพื้นเมือง มีค่าต่างกันขึ้นอยู่กับ ชนิดพันธุ์ข้าว แหล่งและพื้นที่เพาะปลูกข้าว รวมทั้งวิธีการผลิตและแปรรูปข้าว ล้วนมีผลต่อการสร้างสารแอนโทไซยานินในข้าวพื้นเมือง สอดคล้องกับ Hu *et. al*., (2003) กล่าวว่า ข้าวเหนียวดำมีปริมาณแอนโธไซยานินมากที่สุด ตามด้วยข้าวสีม่วง ข้าวสีแดง และข้าวกล้องตามลำดับ

การทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับงานของ ศิริธรและอิสรีย์, 2553 ได้ทดสอบหาปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอกเพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารไนโตรซามีนในข้าวกล้องก่อนทำให้งอกและหลังจากที่ทำให้งอกในช่วงเวลาต่างๆ และเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอกก่อนหุง และหลังหุงสุก เลือกใช้พันธุ์ข้าวกล้องสีนิล และข้าวกล้องพันธุ์หอมแดง ผลการศึกษา พบว่าระยะเวลาในการแช่ข้าวกล้องเพื่อให้งอกมีผลต่อการสูญเสียปริมาณสารแอนโทไซยานิน โดยปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวกล้องพันธุ์สีนิลที่ผ่านการแช่น้ำเพื่อให้งอก ที่ระยะเวลา 1 วัน 2 วัน 3วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์แอนโทไซยานินลดลง เท่ากับร้อยละ 1.70, 1.66, 1.44 ตามลำดับ ส่วนข้าวกล้องหอมแดง มีค่าร้อยละ 0.54, 0.45, 0.40 ตามลำดับ การศึกษานี้สรุปได้ว่าเป็นปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวกล้องสีนิลที่มีมากกว่าพันธุ์หอมแดง และพบปริมาณมากในข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการแช่น้ำหรือผ่านความร้อนใดๆ อีกทั้ง Shokrzadeh and Ebadi (2006) ศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดข้าวTarom พบว่าข้าวชนิดนี้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงสุด เนื่องจากข้าวนี้มีสีเข้มคือ มีปริมาณแอนโทไซยานินปริมาณสูง ส่งผลต่อการเพิ่มของฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 24 ปริมาณแอนโทไซยานินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg /100 g น้ำหนักแห้ง)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	140.88±1.94[a]	126.32±2.52[a]	65.05±0.23[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	131.74±2.31[b]	93.04±2.60[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	132.49±2.97[b]	116.48±0.92[b]	53.46±5.53[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	123.33±4.16[c]	53.20±0.24[e]	47.58±0.31[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	88.68±1.13[d]	76.17±1.67[d]	44.61±0.37[c]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	137.62±2.12[a]	116.31±3.38[a]	47.66±34.29
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	79.39±1.70[e]	46.13±5.14[e]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	89.18±0.12[d]	76.31±3.38[b]	32.86±0.37
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	93.36±0.78[b]	63.37±0.86[d]	47.45±0.16
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	86.23±0.85[d]	69.29±0.16[c]	50.00±0.43
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	5.75±0.10[a]	5.54±0.37[a]	3.21±0.36[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	4.55±0.09[d]	4.43±0.30[c]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	4.75±0.10[c]	4.54±0.37[bc]	2.66±0.25[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	4.75±0.10[c]	4.54±0.37[bc]	2.66±0.25[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	5.19±0.05[b]	5.13±0.05[b]	3.55±0.12[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	2.87±0.07[a]	2.45±0.06[a]	2.11±0.04a[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.44±0.11[b]	2.18±0.06[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.43±0.02[b]	2.15±0.07[b]	1.98±0.08[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.43±0.11[b]	2.23±0.04[b]	2.08±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.73±0.07[a]	2.40±0.09[a]	2.16±0.02[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	2.89±0.15[a]	2.52±0.07[a]	2.10±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.45±0.17[b]	2.20±0.03[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.62±0.20[b]	2.26±0.06[b]	2.02±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.61±0.03[b]	2.31±0.09[b]	2.12±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.54±0.06[b]	2.48±0.06[a]	2.10±0.03[a]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 24 (ต่อ) ปริมาณแอนโทไซยานินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg /100 g น้ำหนักแห้ง)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	3.91±0.25[a]	3.58±0.45[a]	2.77±0.32[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	3.55±0.06[b]	3.03±0.15[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	3.38±0.19[bc]	2.98±0.18[b]	2.27±0.12[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	3.26±0.03[c]	3.01±0.06[b]	2.27±0.14[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	3.41±0.08[bc]	3.04±0.17[b]	2.47±0.15[b]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	2.89±0.12[a]	2.45±0.05[a]	2.11±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.63±0.02[bc]	2.26±0.13[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.79±0.12[ab]	2.28±0.06[b]	2.03±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.62±0.12[bc]	2.25±0.05[b]	2.09±0.06[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.55±0.06[c]	2.28±0.05[b]	2.08±0.02[a]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	133.89±1.89[b]	123.50±3.34[a]	109.00±0.50[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	145.59±3.31[a]	122.62±2.63[a]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	131.26±1.08[b]	126.28±3.81[a]	94.34±4.77[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	75.75±0.71[d]	51.87±0.68[b]	37.54±0.15[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	104.31±2.50[c]	50.52±0.63[b]	36.94±0.81[c]
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	151.77±3.58[a]	45.68±0.75[cd]	25.89±0.44[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	84.39±0.48[d]	49.20±0.54[bc]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	105.88±0.63[b]	42.96±0.27[d]	25.68±0.75[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	100.52±0.98[c]	63.62±4.60[a]	31.79±0.27[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	41.52±0.16[e]	50.74±0.66[b]	33.03±0.54[a]
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	1,260.62±2.44[a]	1,055.45±1.24[a]	772.29±6.04[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	454.60±3.26[d]	437.07±2.22[e]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	590.40±10.65[c]	558.02±6.61[b]	391.42±2.72[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	974.42±9.61[b]	463.14±8.97[d]	374.42±9.61[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	602.57±5.57[c]	484.07±14.97[c]	415.87±13.00[b]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 24 (ต่อ) ปริมาณแอนโทไซยานินของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg /100 g น้ำหนักแห้ง)		
	กะเทาะ	ซ้อมมือ	ข้าวสาร
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	1580.54±8.39[a]	1364.93±10.48[a]	808.95±6.77[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	724.95±3.52[d]	565.31±2.37[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1243.15±18.42[b]	1,236.28±8.77[b]	708.86±6.70[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	870.80±6.86[c]	575.29±11.29[d]	416.47±4.87[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1221.17±21.77[b]	947.96±0.53[c]	745.81±18.91[b]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	1206.77±2.67[a]	1075.19±10.53[a]	941.16±7.70[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	447.37±1.91[e]	283.70±8.46[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	1131.43±16.34[c]	990.97±4.21[b]	841.16±7.70[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	1185.07±14.02[b]	860.36±14.74[c]	786.08±6.26[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	1072.41±2.35[d]	843.34±45.02[c]	610.12±12.43[d]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	3.03±0.02	2.81±0.06[a]	2.18±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.88±0.21	2.32±0.11[bc]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.87±0.14	2.38±0.04[b]	2.08±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.94±0.10	2.25±0.02[c]	2.04±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.96±0.16	2.33±0.04[bc]	2.09±0.06[b]
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	188.16±0.33[a]	133.63±2.57[a]	56.24±0.08[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	85.89±3.58[d]	52.85±0.15[e]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	148.16±0.33[b]	103.63±2.57[b]	46.24±0.08[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	98.52±0.34[c]	62.64±0.60[d]	39.55±0.06[d]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	99.09±2.19[c]	72.02±1.01[c]	52.02±1.01[b]
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	145.97±2.51[a]	98.45±0.49[a]	49.95±0.40[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	86.96±1.18[e]	44.59±0.15[d]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	125.25±3.32[c]	81.78±5.31[b]	48.75±5.97[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	132.82±0.57[b]	99.73±0.16[a]	41.87±0.29[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	95.43±3.24[d]	69.43±0.61[c]	42.14±0.53[b]
ข้าวเฉี้ยง จ.พัทลุง	2.85±0.10[a]	2.46±0.05[a]	2.11±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	2.48±0.15[b]	2.28±0.08[b]	ND
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	2.58±0.15[b]	2.26±0.10[b]	2.03±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	2.61±0.12[b]	2.27±0.04[b]	2.05±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	2.56±0.07[b]	2.29±0.04[b]	2.08±0.02[ab]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 25 ปริมาณแร่ธาตุเหล็กและสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

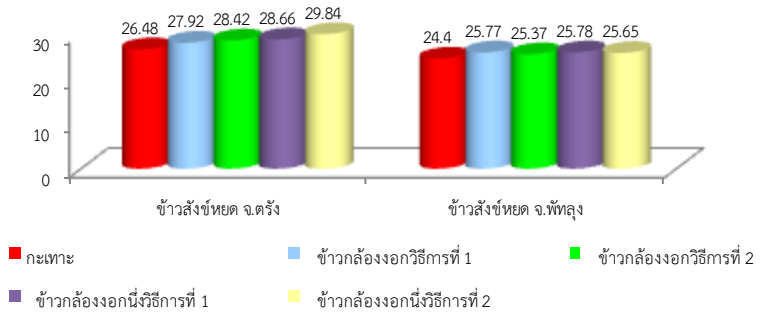
พันธุ์ข้าว / จังหวัด	แร่ธาตุสังกะสี (ppm.)	แร่ธาตุเหล็ก (ppm.)
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	26.48±0.16^{a}	7.63±0.28^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27.92±0.09^{c}	7.70±0.09^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	28.42±0.21^{c}	8.14±0.24^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	28.66±0.55^{b}	8.51±0.26^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	29.84±0.59^{c}	8.61±0.34^{b}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	24.40±0.43b^{c}	7.83±0.14^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	25.77±0.28^{c}	8.77±0.26^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25.37±0.56^{a}	8.08±0.19^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	25.78±0.42^{ab}	8.35±0.09^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	25.65±0.16^{c}	8.76±0.25^{a}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	18.45±0.47^{b}	5.49±0.07^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	18.10±0.62^{b}	5.20±0.06^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	19.53±0.39^{a}	6.61±0.29^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	19.69±0.34^{a}	6.80±0.04^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	19.66±0.08^{b}	6.62±0.16^{b}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	20.43±0.07^{c}	1.86±0.02^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	20.59±0.36^{c}	2.92±0.05^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	22.67±0.17^{b}	3.34±0.02^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	23.96±0.17^{a}	3.60±0.07^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	22.94±0.04^{b}	3.57±0.02^{a}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	23.89±0.24^{b}	10.38±0.15^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	23.32±0.02^{b}	11.76±0.44^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25.31±0.64^{a}	11.13±0.41^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	25.38±0.39^{a}	12.50±0.16^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	23.86±0.13^{b}	11.18±0.43^{b}
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	27.20±0.62^{a}	8.76±0.26^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	27.56±0.02^{b}	8.76±0.46^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	27.44±0.05^{a}	10.26±0.36^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	27.52±0.13^{a}	9.10±0.24^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	27.32±0.06^{b}	9.40±0.19^{c}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

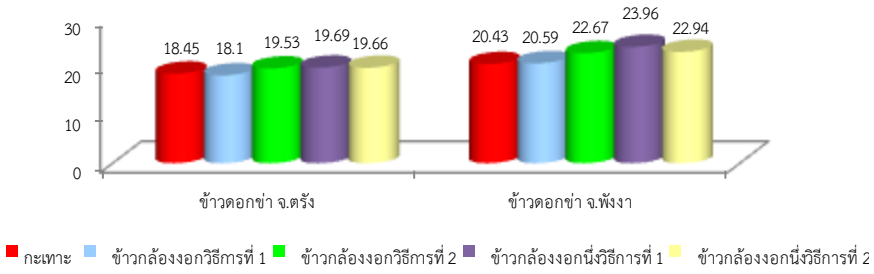
ตารางที่ 25 (ต่อ) ปริมาณแร่ธาตุเหล็กและสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว/ จังหวัด	แร่ธาตุสังกะสี (ppm.)	แร่ธาตุเหล็ก (ppm.)
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	29.39±0.54^{b}	9.34±0.25^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	30.14±0.40^{b}	10.30±0.29^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	30.98±0.17^{c}	10.41±0.18^{d}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	30.66±0.30^{a}	10.91±0.09^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	30.26±0.61^{c}	10.75±0.30^{b}
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	29.25±0.26^{ab}	10.18±0.27^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	30.46±0.06^{c}	11.54±0.06^{bc}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	30.44±0.01^{c}	11.73±0.35^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	30.67±0.76^{a}	12.49±0.34^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	30.68±0.11^{bc}	12.17±0.13^{c}
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	24.91±0.35^{c}	9.76±0.35^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	26.86±0.37^{b}	9.66±0.36^{a}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	26.54±0.09^{b}	10.95±0.18^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	26.19±0.46^{c}	10.79±0.23^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	27.91±0.71^{a}	11.68±0.33^{a}

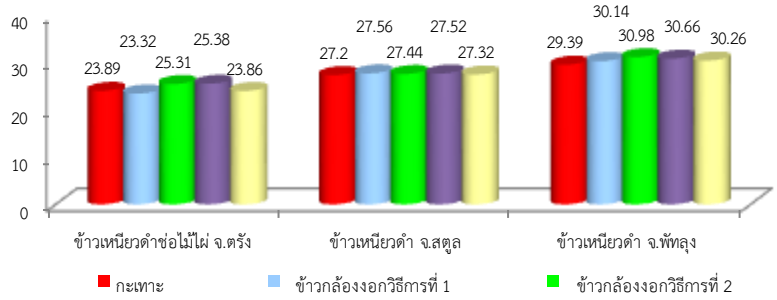
หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P≥0.05)



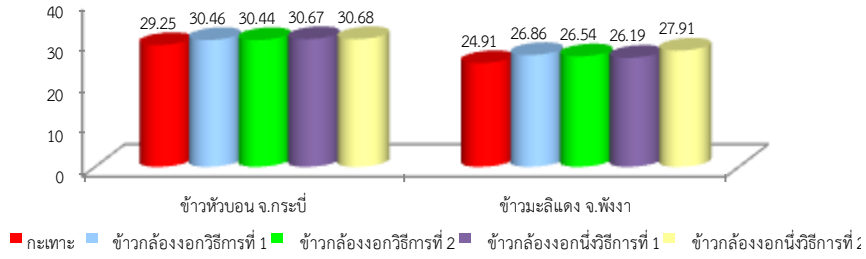
ภาพที่ 18 ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5จังหวัดทางภาคใต้



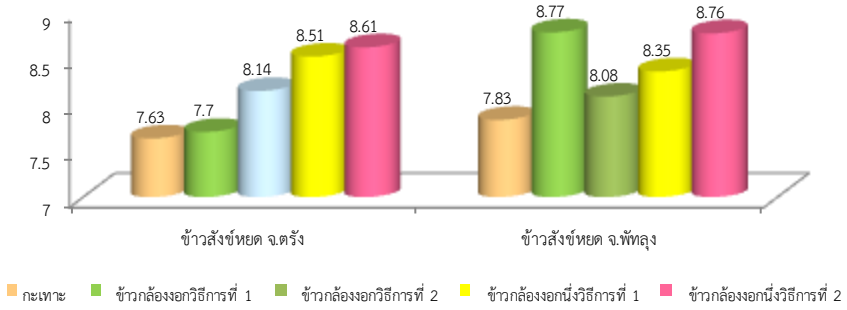
ภาพที่ 18 (ต่อ) ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5จังหวัดทางภาคใต้



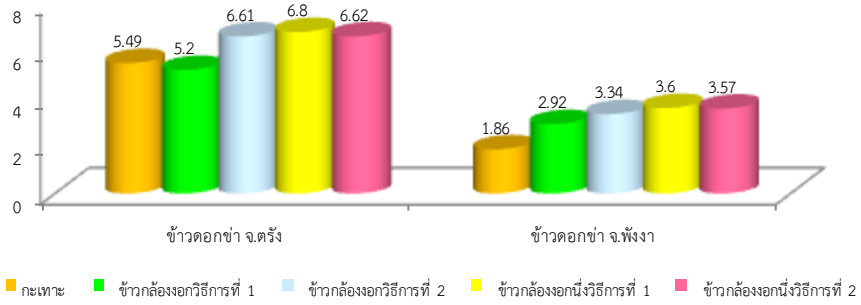
ภาพที่ 18 (ต่อ) ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5จังหวัดทางภาคใต้



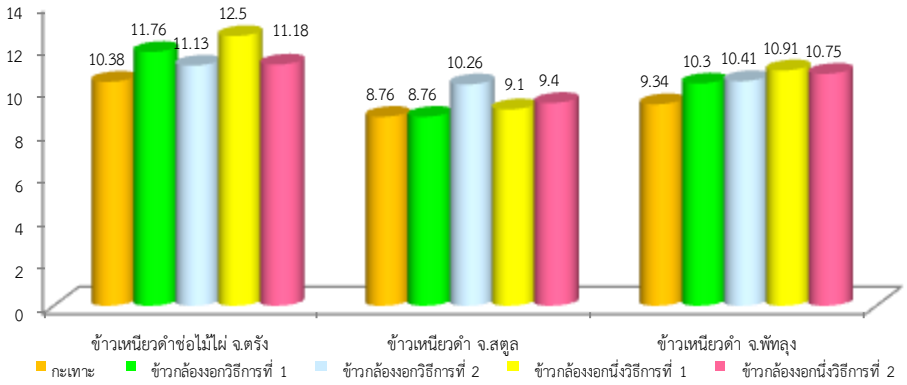
ภาพที่ 18 (ต่อ) ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5จังหวัดทางภาคใต้



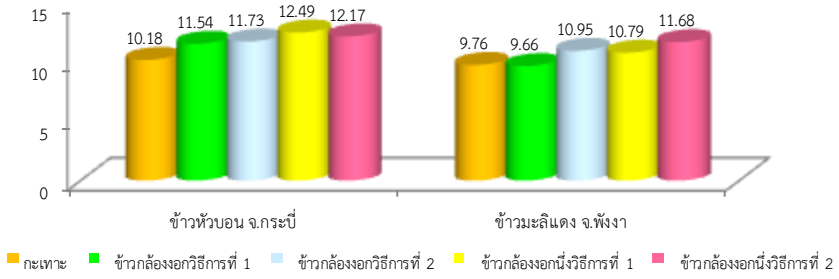
ภาพที่ 19 ปริมาณแร่ธาตุเหล็กของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 19 (ต่อ) ปริมาณแร่ธาตุเหล็กของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 19 (ต่อ) ปริมาณแร่ธาตุเหล็กของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 19 (ต่อ) ปริมาณแร่ธาตุเหล็กของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ผลการวิเคราะห์แร่ธาตุเหล็กและสังกะสี

ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในข้าวพื้นเมือง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในข้าวกะเทาะเปลือกพื้นเมือง จำนวน 6 สายพันธุ์ 9 ตัวอย่าง (ตาราง ที่ 25) พบว่า ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีมีค่ามากที่สุดในข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) มีค่าเท่ากับ 29.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวสังข์หยด(ตรัง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) และข้าวดอกข่า (ตรัง)ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 18.45 -29.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำข้าวตัวอย่างทั้งหมดไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามวิการต่างกัน 2 วิธีการ ผลการทดลองพบว่า การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีแนวโน้มปริมาณแร่ธาตุสังกะสีสูงกว่าวิธีการที่ 1 ทั้งนี้ ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในข้าวกล้องงอกทั้งสองวิธีการมีค่าสูงกว่าในข้าวพื้นเมือง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำข้าวไปผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง ตามวิธีการที่ต่างกัน 2 แบบ ผลปรากฏว่า วิธีการผลิตข้าวงอกนึ่งแบบที่ 1 มีแร่ธาตุสังกะสี สูงกว่าข้าวงอกนึ่งที่ผลิตตามวิธีการแบบที่ 2 แต่ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในข้าวงอกนึ่งทั้งสองวิธีการ มีค่าสูงกว่าในข้าวพื้นเมืองแบบกะเทาะเปลือก ดังนั้น ผลจากการทดลอง จึงกล่าวได้ว่า ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีที่เปลี่ยนแปลงในข้าวทุกตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับ กระบวนการผลิตข้าวที่ แตกต่างกัน สายพันธุ์ข้าว การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในข้าวพื้นเมือง แสดงให้เห็นว่า แปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว วิธีการผลิตข้าว สายพันธุ์ข้าว และการแปรรูปข้าว มีผลต่อปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในข้าวพื้นเมือง

ปริมาณแร่ธาตุเหล็กในข้าวพื้นเมือง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุเหล็กในข้าวกะเทาะเปลือกพื้นเมือง จำนวน 6 สายพันธุ์ 9 ตัวอย่าง (ตารางที่ 25) พบว่าปริมาณแร่ธาตุเหล็ก มีค่ามากที่สุดในข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) มีค่าเท่ากับ 10.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวสังข์หยด(ตรัง) ข้าวดอกข่า (ตรัง) และข้าวดอกข่า (พังงา) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.86 - 10.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำข้าวพื้นเมืองทั้งหมดไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกด้วยวิธีการที่ต่างกัน 2 วิธีการ พบว่าการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 มีแนวโน้มให้ปริมาณแร่ธาตุเหล็กสูงกว่าวิธีการที่ 1 แตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนการนำข้าวพื้นเมืองไปผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง ตามวิธีการที่ต่างกัน 2 แบบ ปรากฏว่าวิธีการผลิตแบบที่ 1 ให้ปริมาณแร่ธาตุเหล็กสูงกว่าข้าวงอกนึ่งที่ผลิตตามวิธีการที่ 2 แต่การแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่ง ทั้ง 4 วิธี จะมีผลให้ปริมาณแร่ธาตุเหล็กในข้าวทดลองมีค่าสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก ดังนั้น การทดลองนี้จึงกล่าวได้ว่า ปริมาณแร่ธาตุเหล็ก มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ด้วยการผลิตข้าวที่ใช้กระบวนการแตกต่างกัน รวมทั้งสายพันธุ์ข้าวด้วย อีกทั้งการการสะสมของปริมาณแร่ธาตุเหล็กในข้าวพื้นเมือง ยังขึ้นอยู่กับ แหล่งพื้นที่เพาะปลูกข้าว และวิธีการผลิตข้าว เป็นต้น เช่นเดียวกับ ขวัญชนก (2553) พบว่า กระบวนการแปรรูปเป็นข้าวนึ่งทำให้ธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการเพิ่มของธาตุเหล็กในส่วนต่างๆ ของเมล็ดขึ้นอยู่กับสภาพของการนึ่งข้าว คือ สภาพกรด–ด่าง อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ข้าวเปลือก อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุเหล็กจะเพิ่มขึ้นในบางสภาพของการนึ่งข้าวเท่านั้น

จากการทดลองครั้งนี้ ส่งผลให้ปริมาณแร่ธาตุเหล็กและสังกะสีเพิ่มขึ้น อาจมีสาเหตุมาจากในระหว่างการแช่ข้าวเปลือกก่อนนำไปนึ่ง ทำให้วิตามินและแร่ธาตุที่อยู่ในเนื้อเยื่อส่วนนอกเมล็ดและคัพภะเคลื่อนย้ายเข้าไปสู่ส่วนในเมล็ด (บุญหงษ์, 2543 ; อรรควุฒิ, 2527; Heinemann *et. al*., 2005) ผ่านทาง vascular bundle เพียง 1 ท่อ ทางด้านหลังของเมล็ด (Ogawa et al., 2002) กระบวนการนึ่งข้าวอาจจะมีส่วนช่วยในการผลักดันธาตุอาหาร เช่น ธาตุเหล็ก ให้เกิดการเคลื่อนย้ายตามวิถีอะโพพลาส ทางด้านหลังของเมล็ดเข้าไปสู่เนื้อเยื่อสะสมสารอาหารหรือข้าวขาว (Prom-u-thai *et. al*., 2008) ซึ่งการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารไปสู่เนื้อเยื่อสะสมอาหารนี้เป็นส่วนสำคัญในการรักษาธาตุอาหารระหว่างกระบวนการขัดสีเป็นข้าวขาว จึงทำให้เวลาขัดสีข้าวนึ่งเกิดการสูญเสียธาตุอาหารน้อยกว่าเมื่อเทียบกับข้าวดิบ (Bhattacharya, 1985) และการศึกษาของ Heinemann *et.al*., (2005) ยังกล่าวว่า ข้าวนึ่งที่ขัดขาวแล้วจะมีแร่ธาตุมากกว่าในข้าวขาวธรรมดา นอกจากนั้น ยังพบว่าปริมาณธาตุเหล็กในแกลบของข้าวดิบมีผลต่อการเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กในข้าวขาวหลังจากการนึ่งข้าว ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากธาตุเหล็กที่สะสมในเมล็ดส่วนมากจะสะสมอยู่ในส่วนของแกลบ (Prom-u-thai *et.al*., 2003) คิดเป็นร้อยละ 24-47 ของธาตุเหล็กทั้งหมดในเมล็ด

ตารางที่ 26 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100 g)
	กะเทาะ
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	0.21±0.00^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.25±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.26±0.00^{ab}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.27±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.26±0.01^{b}
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	0.19±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.22±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.24±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.21±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.21±0.00^{b}
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	0.13±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.26±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.29±0.00^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.13±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.12±0.00^{c}
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	0.12±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.27±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.30±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.13±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.13±0.00^{c}
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	0.12±0.01^{d}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.26±0.01^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.30±0.01^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.14±0.01^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.13±0.01^{cd}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 26 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

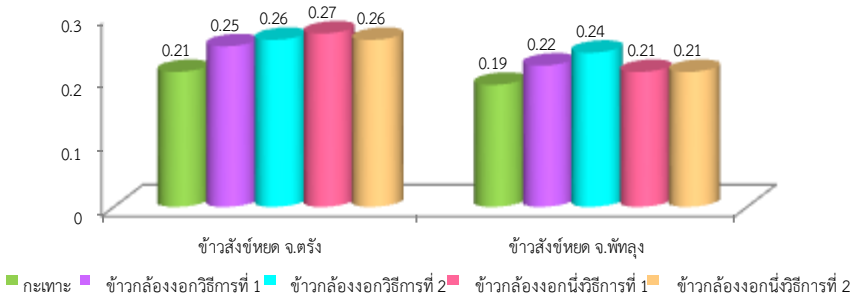
พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100 g)
	กะเทาะ
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	0.08±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.12±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.13±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.12±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.12±0.01[a]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	0.07±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.12±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.12±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.11±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.11±0.01[a]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	0.08±0.01[d]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.15±0.00[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.16±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.13±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.13±0.00[c]
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	0.09±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.14±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.15±0.00[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.12±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.12±0.02[b]
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	0.09±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.11±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.11±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.08±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.09±0.00[b]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

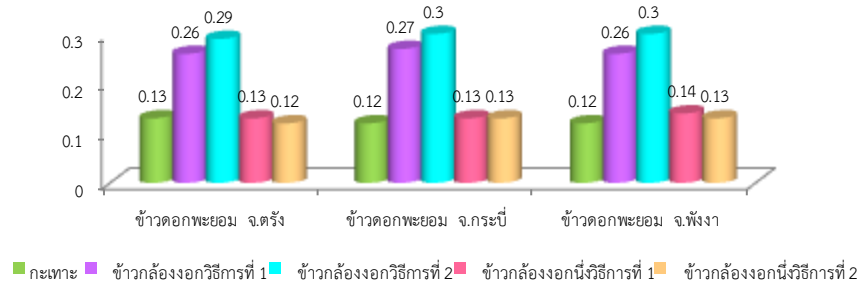
ตารางที่ 26 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100 g)
	กะเทาะ
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	0.08±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.12±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.12±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.08±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.09±0.01[b]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	0.08±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.11±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.12±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.12±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.11±0.02[a]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	0.21±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.48±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.47±0.02[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.29±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.31±0.02[b]
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	0.11±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.13±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.16±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.13±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.14±0.01[b]
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	0.22±0.02[d]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	0.49±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	0.55±0.01[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	0.35±0.01[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	0.34±0.02[c]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

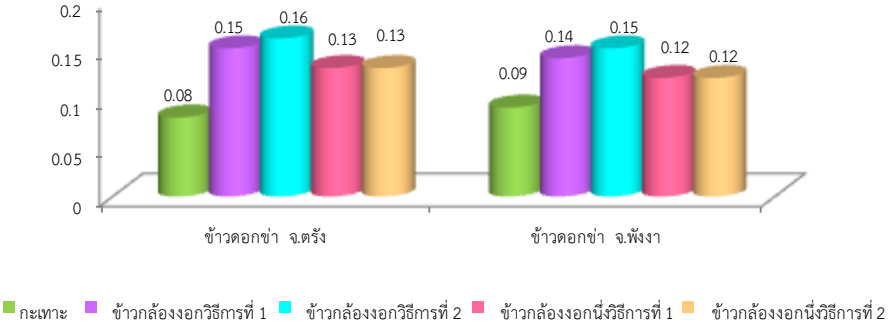


ภาพที่ 20 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

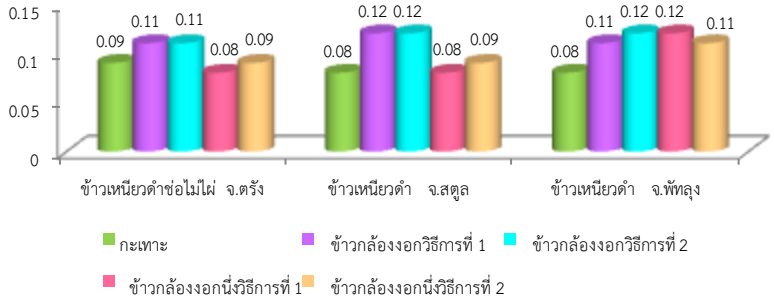


ภาพที่ 20 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

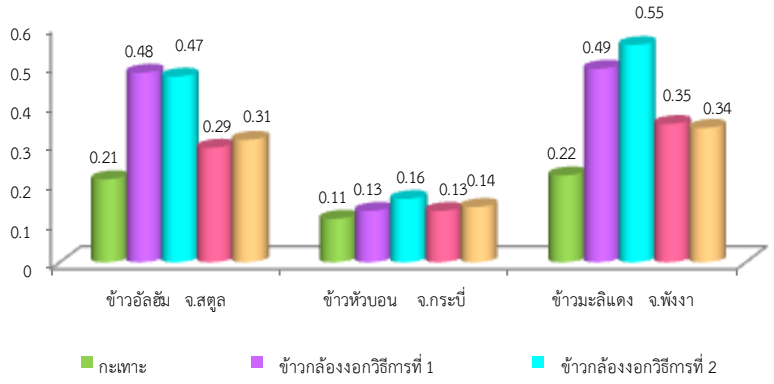
ภาพที่ 20 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 20 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 20 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



ภาพที่ 20 (ต่อ) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องกะเทาะพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในข้าวกะเทาะเปลือกพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ (ตารางที่ 26) จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และ ข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามกระบวนการต่างกัน 2 วิธีการ และ ผลิตข้าวงอกนึ่ง ตามกระบวนการต่างกัน 2 วิธีการ พบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด ได้แก่ ข้าวมะลิแดง (พังงา) รองลงมาคือ ข้าวสังข์หยด(ตรัง) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวสังข์หยด (พัทลุง) ข้าวดอกพะยอม (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (กระบี่) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวดอกข่า (พังงา) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) และข้าวเล็บนก (พัทลุง) ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.07 ถึง 0.22 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง เมื่อนำข้าวตัวอย่างทั้งหมดไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกทั้ง 2 วิธีการ ผลการทดลอง พบว่าการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีแนวโน้มปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าวิธีการที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และเมื่อนำข้าวไปผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง พบว่าทั้งสองวิธีการ 2 ให้ผลการทดลองไม่ต่างกันทางสถิติ

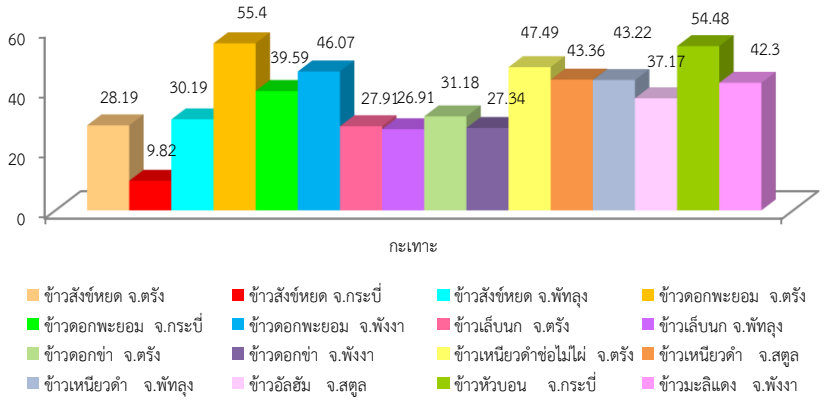
ปริมาณแกมม่าโอรีซานอล

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณแกมม่าโอรีซานอล ในข้าวพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ (ตารางที่ 27) จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และ ข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำมาสีเป็นข้าวกล้องกะเทาะเปลือก และข้าวซ้อมมือ พบว่า ปริมาณแกมม่าโอรีซานอล ในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีปริมาณแกมม่าโอรีซานอล มากที่สุดคือ ข้าวดอกข่า (ตรัง) มีค่าเท่ากับ 55.40 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา ได้แก่ ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวดอกพะยอม (พังงา) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) ข้าวเหนียวดำ (พัทลุง) ข้าวมะลิแดง (พังงา) ข้าวดอกพะยอม(กระบี่) ข้าวฮัลฮัม (สตูล) ข้าวดอกข่า (ตรัง) ข้าวสังข์หยด(พัทลุง) ข้าวสังข์หยด (ตรัง) ข้าวเล็บนก (ตรัง) ข้าวดอกข่า (พังงา) และข้าวเล็บนก (พัทลุง) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 54.48 – 26.91 มิลลิกรัมต่อลิตร

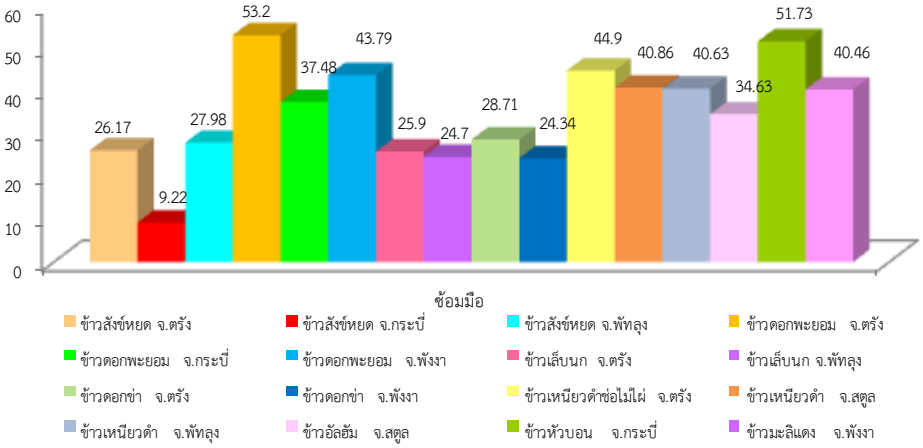
ตารางที่ 27 ปริมาณแกมม่าโอรีซานอลของข้าวกล้องกะเทาะ ข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร ของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณแกมม่าโอรีซานอล (mg/L)	
	กะเทาะ	ซ้อมมือ
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	28.19±1.92	26.17±1.93
ข้าวสังข์หยด จ.กระบี่	9.82±0.65	9.22±0.20
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	30.19±1.64	27.98±1.45
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	55.40±0.36[a]	53.20±0.05[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	39.59±1.64	37.48±1.66
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	46.07±1.00[a]	43.79±0.52[b]
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	27.91±0.36[a]	25.90±0.38[b]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	26.91±1.78	24.70±1.60
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	31.18±1.64	28.71±1.57
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	27.34±1.64[a]	24.34±1.04[b]
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	47.49±2.28	44.90±1.79
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	43.36±0.71[a]	40.86±0.71[b]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	43.22±1.71[a]	40.63±1.21[b]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	37.17±2.07	34.63±1.51
ข้าวหัวบอน จ.กระบี่	54.48±2.00	51.73±1.55
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	42.30±0.93[a]	40.46±0.79[b]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)



ภาพที่ 21 แกมม่าโอรีซานอลของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้



ภาพที่ 21 (ต่อ) แกมม่าโอรีซานอลของข้าวกล้องกะเทาะในข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้

ปริมาณกรดแกมมา อะมิโนบิวไทริก (aminobutyric acid, GABA) หรือ สารกาบา

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารกาบาในข้าวกะเทาะเปลือกพื้นเมือง 9 สายพันธุ์ (ตารางที่ 28) จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวสังข์หยดจังหวัดตรัง ข้าวสังข์หยดจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดตรัง ข้าวดอกพะยอมจังหวัดกระบี่ ข้าวดอกพะยอมพังงา ข้าวเล็บนกจังหวัดตรัง ข้าวเล็บนกจังหวัดพัทลุง ข้าวดอกข่าจังหวัดตรัง ข้าวดอกข่าจังหวัดพังงา ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่จังหวัดตรัง ข้าวเหนียวดำจังหวัดสตูล ข้าวเหนียวดำจังหวัดพัทลุง ข้าวอัลฮัมจังหวัดสตูล ข้าวหัวบอนจังหวัดกระบี่ และข้าวมะลิแดงจังหวัดพังงา โดยนำข้าวพื้นเมืองทุกตัวอย่างมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามกระบวนการต่างกัน 2 วิธีการ และ ผลิตข้าวงอกนึ่ง ตามกระบวนการต่างกัน 2 วิธีการ พบว่า ปริมาณสารกาบาในข้าวพื้นเมืองทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวที่มีปริมาณสารกาบามากที่สุด ได้แก่ ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ (ตรัง) ข้าวเหนียวดำ (สตูล) และ ข้าวเหนียวดำ

(พัทลุง) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 23.75 – 24.89 มิลิกรัมต่อ 100 กรัมข้าว และข้าวที่มีปริมาณสารกาบาน้อยที่สุด ได้แก่ ข้าวฮัลฮัม (สตูล) และ ข้าวหอมหัวบอน (กระบี่) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.79 ถึง 9.02 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง เมื่อนำข้าวตัวอย่างทั้งหมดไปผลิตเป็นข้าวกล้องงอกทั้ง 2 วิธีการ ผลการทดลอง พบว่าการผลิตข้าวกล้องงอกทั้งสองวิธีการส่งผลให้ปริมาณสารกาบามีค่าเพิ่มขึ้นโดยวิธีการผลิตข้าวกล้องงอก แบบที่ 2 จะมีแนวโน้มปริมาณสารกาบาสูงกว่าวิธีการที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และเมื่อนำข้าวไปผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง พบว่าทั้งสองวิธีการให้ผลปริมาณสารกาบามีค่าเพิ่มขึ้น เช่นกัน โดยข้าวทดลองส่วนใหญ่ที่มีกระบวนการผลิตข้าวงอกนึ่งตามวิธีการที่ 2 มีแนวโน้มให้ให้ผลการทดลองสูงกว่าวิธีการที่ 1 ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาระดับการขัดสี จะพบว่า ข้าวแบบกะเทาะเปลือกจะให้ปริมาณสารกาบาสูงกว่าข้าวซ้อมมือ และเมื่อพิจารณาข้าวชนิดเดียวกัน แต่ต่างแหล่งผลิต ปรากฏว่า จะให้ปริมาณสารกาบาไม่เท่ากัน

การศึกษาชี้ให้เห็นว่า ข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวพื้นเมืองต่างสายพันธุ์กัน มีปริมาณสารกาบา กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากข้าวต่างสายพันธุ์กันจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการงอกของเมล็ดข้าวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของข้าว เนื่องจากส่วนประกอบภายในที่แตกต่างกัน เช่น ปริมาณแอมิโลส ปริมาณแอมิโลเพกติน เป็นต้น ดังนั้นจึงมีผลทำให้ปริมาณสารกาบา กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้จากงานทดลองของ Varanynond *et al*. (2005) ได้ศึกษาปริมาณสารกาบาในข้าวกล้องงอกจากข้าวไทย 6 สายพันธุ์ที่ผ่านการแช่น้ำเป็นเวลา 4 ชม. ที่อุณหภูมิ 40°C พบว่า ข้าวกล้องงอกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณกาบาสูงสุด คือ 18.62 มก./100 ก.ตัวอย่าง รองลงมาคือ พันธุ์ปทุมธานี พันธุ์ชัยนาท 1 พันธุ์พลายงาม พันธุ์เหลืองประทิว 123 และ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยมีปริมาณกาบาเท่ากับ 15.46, 14.45, 11.69, 11.34 และ 10.75 มก./100 ก.ตัวอย่าง ตามลำดับ และจากการศึกษาของ พัชรีและคณะ (2550) พบว่า ปริมาณสารกาบาในข้าวเจ้าที่มีแอมิโลสต่ำ (31.0-37.2 มก./100 ก.คัพภะ) มีค่าสูงกว่าข้าวเจ้าที่มีแอมิโลสสูง (21.4-28.8 มก./100 ก. คัพภะ) ส่วนข้าวเหนียวมีปริมาณสารกาบาสูงกว่าข้าวเจ้าที่มีแอมิโลสต่ำซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 29.6-72.8 มก./100 ก.คัพภะ และอัตราการเพิ่มของสารกาบาในข้าวทุกสายพันธุ์ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะใน 1 ชม. แรกของการแช่ข้าวอาจเนื่องมาจากแอมิโลสจะละลายน้ำได้ค่อนข้างน้อยแต่เนื่องจากในกระบวนการงอกนั้นน้ำเป็นส่วนสำคัญที่สุดเพราะก่อให้เกิดกระบวนการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) เพื่อส่งถ่ายสารอาหารจากส่วนต่างๆของเมล็ดโดยเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ดมาสู่ส่วนคัพภะซึ่งมีผลทาให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีน การเพิ่มขึ้นของใยอาหาร วิตามินและส่วนประกอบอื่นๆ ดังนั้นคัพภะข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำจะมีปริมาณสารกาบาสูงกว่าคัพภะข้าวที่มีแอมิโลสสูง

ตารางที่ 28 ปริมาณกาบาของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณกาบา (mg /100 g)	
	กะเทาะ	ซ้อมมือ
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง	15.14±0.02[c]	12.18±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	22.60±0.01[b]	17.30±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	23.24±0.02[b]	18.45±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	24.64±0.03[a]	20.11±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	25.64±0.02[a]	22.03±0.05[a]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง	16.18±0.04[c]	13.56±0.04[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	24.50±0.06[b]	19.52±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	25.64±0.04[b]	20.14±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	27.23±0.02[a]	21.89±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	26.61±0.03[a]	21.02±0.02[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง	8.12±0.04[c]	6.16±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	11.34±0.06[b]	10.02±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	11.69±0.03[b]	10.39±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	13.22±0.04[a]	12.19±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	13.94±0.03[a]	12.72±0.02[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่	10.12±0.07[c]	7.06±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	16.04±0.10[b]	10.56±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	17.84±0.17[b]	10.82±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.43±0.03[a]	12.63±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	18.81±0.05[a]	13.12±0.04[a]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา	10.72±0.05[c]	7.81±0.02[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	15.79±0.07[b]	10.92±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	16.48±0.17[b]	11.21±0.01[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	17.83±0.04[a]	13.09±0.03[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	18.61±0.03[a]	12.87±0.02[a]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 28 (ต่อ) ปริมาณกาบาของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณกาบา (mg /100 g)	
	กะเทาะ	ซ้อมมือ
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง	10.02±0.04[c]	7.13±0.05[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	15.93±0.10[b]	10.76±0.11[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	16.12±0.03[b]	11.05±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	17.91±0.11[a]	12.41±0.11[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	18.33±0.05 [a]	12.53±0.08 [a]
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง	11.22±0.04[c]	7.42±0.04[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	16.95±0.14[b]	10.84±0.12[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	17.62±0.07[b]	10.98±0.07[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.92±0.11[a]	12.87±0.11[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	19.43±0.06 [a]	13.13±0.05 [a]
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง	8.01±0.03[c]	6.81±0.05[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	10.11±0.04[b]	8.06±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	10.65±0.05[b]	8.67±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.94±0.06[a]	9.87±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.14±0.05 [a]	10.05±0.09 [a]
ข้าวดอกข่า จ.พังงา	8.12±0.04[c]	6.95±0.04[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	10.31±0.04[b]	8.41±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	10.76±0.05[b]	8.77±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	12.02±0.11[a]	10.02±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	12.53±0.06 [a]	10.41±0.06 [a]
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง	24.19±0.06[c]	20.19±0.06[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	29.79±0.06[b]	24.53±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	30.09±0.04[b]	25.08±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	32.13±0.02[a]	28.47±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	32.71±0.04[a]	29.32±0.04[a]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 28 (ต่อ) ปริมาณกาบาของข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	ปริมาณกาบา (mg /100 g)	
	กะเทาะ	ซ้อมมือ
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล	24.89±0.03[c]	21.03±0.05[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	29.73±0.06[b]	24.92±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	30.29±0.07[b]	25.18±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	32.93±0.02[a]	28.27±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	33.32±0.04[a]	28.95±0.04[a]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง	23.75±0.05[c]	20.69±0.06[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	28.81±0.07[b]	24.34±0.05[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	29.49±0.04[b]	25.07±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	32.25±0.02[a]	28.31±0.04[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	32.62±0.03[a]	29.02±0.05[a]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล	6.79±0.04[b]	4.80±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	10.40±0.07[b]	8.34±0.07[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	10.53±0.8[b]	8.75±0.8[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	11.52±0.10[b]	9.22±0.02[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	11.89±0.06[b]	9.84±0.04[b]
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่	9.02±0.04[c]	7.65±0.04[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	11.61±0.04[b]	8.41±0.04[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	12.16±0.05[b]	8.77±0.03[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	13.08±0.11[a]	10.62±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	13.40±0.06 [a]	11.21±0.06 [a]
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา	11.31±0.04[c]	8.92±0.04[c]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	15.75±0.14[b]	10.87±0.12[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	16.02±0.07[b]	11.18±0.07[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	18.02±0.11[a]	13.07±0.11[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	18.44±0.06 [a]	13.30±0.05 [a]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 29 คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้

ข้าวหุงสุก	คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส				
	การเกาะตัว	กลิ่น	สี	ความนุ่ม	ความชอบรวม
ข้าวสังข์หยด จ.ตรัง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.71±0.71	8.10±0.40[a]	7.83±0.36 [a]	7.34±0.34	7.73±0.14[b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.72±0.72	8.17±0.40[a]	7.86±0.29 [a]	7.36±0.23	8.12±0.12[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.73±0.71	7.70±0.36[b]	7.44±0.34 [b]	7.35±0.29	7.37±0.16[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.72±0.70	7.75±0.37[b]	7.34±0.26 [b]	7.33±0.22	7.30±0.13[c]
ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.70±0.23	8.16±0.35[a]	7.89±0.30[a]	7.98±0.54	8.01±0.15 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.72±0.28	8.13±0.37[a]	7.81±0.20[a]	8.03±0.53	8.38±0.18[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.71±0.61	7.72±0.34[b]	7.10±0.32[c]	8.05±0.49	7.89±0.13[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.70±0.72	7.00±0.31[b]	7.42±0.24[b]	8.07±0.52	7.72±0.21[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.ตรัง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.60±0.13	7.96±0.25[a]	7.69±0.20[a]	7.38±0.24	7.90±0.14 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.62±0.14	8.03±0.17[a]	7.61±0.10[a]	7.37±0.23	8.01±0.13[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.61±0.21	7.32±0.24[b]	7.30±0.22[b]	7.30±0.29	7.79±0.12[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.60±0.22	7.20±0.21[b]	7.32±0.14[b]	7.39±0.22	7.82±0.11[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.กระบี่					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.62±0.11	7.86±0.15[a]	7.65±0.13[a]	7.35±0.21	7.81±0.12 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.63±0.10	8.00±0.15[a]	7.60±0.10[a]	7.33±0.20	8.11±0.12[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.65±0.11	7.29±0.14[b]	7.31±0.20[b]	7.35±0.19	7.74±0.10[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.67±0.12	7.16±0.20[b]	7.34±0.13[b]	7.38±0.21	7.77±0.08[b]
ข้าวดอกพะยอม จ.พังงา					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.62±0.11	7.86±0.15[a]	7.65±0.13[a]	7.35±0.21	7.81±0.12 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.63±0.10	8.00±0.15[a]	7.60±0.10[a]	7.33±0.20	8.11±0.12[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.65±0.11	7.29±0.14[b]	7.31±0.20[b]	7.35±0.19	7.74±0.10[b]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.67±0.12	7.16±0.20[b]	7.34±0.13[b]	7.38±0.21	7.77±0.08[b]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 29 (ต่อ) คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส				
	การเกาะตัว	กลิ่น	สี	ความนุ่ม	ความชอบรวม
ข้าวเล็บนก จ.ตรัง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.22±0.07	7.43±0.15^{a}	7.65±0.13^{a}	7.05±0.11	7.62±0.12 ^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.23±0.10	7.40±0.15^{a}	7.60±0.10^{a}	7.03±0.10	7.71±0.12^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.25±0.08	7.29±0.14^{b}	7.31±0.20^{b}	7.07±0.18	7.58±0.10^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.24±0.12	7.26±0.20^{b}	7.34±0.13^{b}	7.01±0.13	7.57±0.08^{b}
ข้าวเล็บนก จ.พัทลุง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.23±0.11	7.46±0.11^{a}	7.55±0.11^{a}	7.09±0.21	7.61±0.10 ^{ab}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.21±0.10	7.41±0.10^{a}	7.58±0.10^{a}	7.05±0.20	7.89±0.06^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.24±0.11	7.18±0.14^{b}	7.25±0.20^{b}	7.09±0.19	7.54±0.10^{b}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.20±0.12	7.21±0.10^{b}	7.27±0.12^{b}	7.11±0.2^{0}	7.56±0.08^{b}
ข้าวดอกข่า จ.ตรัง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.70±0.36	8.11±0.30^{a}	7.86±0.26 ^{a}	7.62±0.34	7.73±0.14^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.71±0.42	8.14±0.31^{a}	7.89±0.29 ^{a}	7.66±0.20	8.07±0.11^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.70±0.51	7.80±0.33^{b}	7.53±0.24 ^{b}	7.61±0.24	7.47±0.13^{c}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.74±0.45	7.85±0.32^{b}	7.51±0.22 ^{b}	7.63±0.22	7.40±0.10^{c}
ข้าวดอกข่า จ.พังงา					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.69±0.25	8.15±0.30^{a}	7.88±0.30^{a}	7.98±0.54	8.00±0.05 ^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.70±0.38	8.14±0.32^{a}	7.80±0.20^{a}	8.03±0.53	8.36±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.68±0.51	7.70±0.31^{b}	7.20±0.32^{c}	8.05±0.49	7.83±0.13^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.71±0.62	7.65±0.30^{b}	7.31±0.24^{b}	8.07±0.52	7.71±0.21^{c}
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ จ.ตรัง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	8.09±0.23	8.11±0.20^{a}	7.89±0.30	8.28±0.23	8.15±0.05 ^{b}
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.04±0.35	8.13±0.22^{a}	7.84±0.20	8.23±0.30	8.41±0.08^{a}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.08±0.41	7.80±0.31^{b}	7.87±0.32	8.25±0.34	7.86±0.13^{bc}
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	8.11±0.42	7.75±0.30^{b}	7.81±0.24	8.27±0.41	7.81±0.21^{c}

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 29(ต่อ) คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกใน 5 จังหวัดภาคใต้

พันธุ์ข้าว / จังหวัด	คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส				
	การเกาะตัว	กลิ่น	สี	ความนุ่ม	ความชอบรวม
ข้าวเหนียวดำ จ.สตูล					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	8.19±0.27	8.23±0.20[a]	7.96±0.31	7.83±0.54	8.12±0.06 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.12±0.39	8.21±0.22[a]	7.90±0.22	7.87±0.53	8.73±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.18±0.52	7.90±0.33[b]	7.88±0.30	7.79±0.49	7.24±0.11[c]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	8.11±0.42	7.97±0.30[b]	7.91±0.25	8.80±0.52	7.27±0.20[c]
ข้าวเหนียวดำ จ.พัทลุง					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	8.16±0.25	8.25±0.30[a]	7.90±0.26	8.12±0.54	8.00±0.05 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	8.20±0.34	8.24±0.32[a]	7.84±0.23	8.07±0.53	8.36±0.08[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	8.19±0.47	7.84±0.31[b]	7.81±0.31	8.15±0.49	7.83±0.13[bc]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	8.13±0.38	7.89±0.30[b]	7.86±0.28	8.16±0.52	7.71±0.21[c]
ข้าวอัลฮัม จ.สตูล					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.35±0.22	7.34±0.30[a]	7.18±0.30[a]	7.05±0.34	7.40±0.05 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.30±0.35	7.29±0.26[a]	7.12±0.20[a]	7.07±0.41	7.76±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.38±0.26	7.10±0.30[b]	7.17±0.30[b]	7.09±0.42	7.33±0.13[bc]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.31±0.32	7.05±0.24[b]	7.11±0.23[b]	7.02±0.37	7.21±0.11[c]
ข้าวหอมหัวบอน จ.กระบี่					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.41±0.26	7.74±0.20[a]	7.28±0.30[a]	7.31±0.32	7.37±0.04 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.38±0.33	7.71±0.26[a]	7.29±0.20[a]	7.37±0.41	7.80±0.07[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.40±0.26	7.25±0.30[b]	7.07±0.23[b]	7.39±0.22	7.30±0.11[bc]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.41±0.30	7.30±0.23[b]	7.05±0.13[b]	7.32±0.32	7.22±0.13[c]
ข้าวมะลิแดง จ.พังงา					
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1	7.47±0.25	7.28±0.30[a]	7.64±0.30[a]	7.32±0.34	7.90±0.05 [b]
ข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2	7.40±0.33	7.24±0.22[a]	7.60±0.20[a]	7.43±0.53	8.14±0.10[a]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 1	7.48±0.50	7.00±0.31[b]	7.23±0.30[c]	7.35±0.49	7.53±0.13[bc]
ข้าวกล้องงอกนึ่งวิธีการที่ 2	7.41±0.40	7.05±0.20[b]	7.41±0.22[b]	7.37±0.52	7.31±0.21[c]

หมายเหตุ* :เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \geq 0.05$)

คุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านการเกาะตัว กลิ่น สี ความนุ่ม และความชอบรวม พบว่าข้าวพื้นเมืองแต่ละตัวอย่าง พบว่าให้ค่าแตกต่างกันตามแต่ชนิดพันธุ์ข้าว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวทดลองส่วนใหญ่ที่ผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามวิธีการที่ 2 ได้รับค่าคะแนนด้านความชอบรวมสูงกว่าวิธีการผลิตข้าวแบบอื่น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบในแต่ละด้าน (ตารางที่ 29) มีดังนี้

เมื่อพิจารณาลักษณะทางด้านการเกาะตัว พบว่า ข้าวนาปีแบบซ้อมมือ (ตารางที่ 26) มีการยอมรับของผู้บริโภคเป็นระดับคะแนนสูงสุดเท่ากับ 7.80-8.43 และนาปรังแบบซ้อมมือ (ตารางที่ 27) มีการยอมรับของผู้บริโภคเป็นระดับคะแนนสูงสุดเท่ากับ 7.81-8.42 ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับข้าวแบบกะเทาเปลือกซึ่งให้ค่าลดต่ำลงมา เมื่อพิจารณา อายุการเก็บรักษาข้าวเปลือกทั้งในนาปีและนาปรัง พบว่า การยอมรับรวมด้านการเกาะตัวมีค่าต่ำสุดในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา จะเห็นได้ว่าข้าวทุกชุดการทดลองมีคะแนนด้านการเกาะตัวใกล้เคียงกัน เนื่องมาจากมีปริมาณอะมิโลสต่ำเช่นเดียวกัน ทำให้ข้าวหุงที่ได้มีลักษณะนุ่ม การเกาะตัวดี

ผลการทดสอบด้านกลิ่น พบว่า ทั้งข้าวกะเทาเปลือก และข้าวซ้อมมือ ที่ผลิตจากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง พบว่ามีค่าการทดสอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคไม่แตกต่างกัน คือมีค่าอยู่ในช่วง 7.80-7.90 แสดงว่าฤดูกาลผลิตข้าว และระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือก ไม่มีผลต่อความชอบด้านกลิ่น

ผลการทดสอบด้านสี (ตารางที่ 26 และ 27) พบว่า ข้าวกะเทาะเปลือกทั้งฤดูนาปีและฤดูนาปรัง มีคะแนนการทดสอบด้านสีสูงกว่าข้าวซ้อมมือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าคะแนนอยู่ในช่วงระหว่าง 7.40-7.99 และส่วนข้าวซ้อมมือ มีค่าคะแนน ระหว่าง 7.16-7.42 ทั้งนี้ เมื่อพิจารณา อายุการเก็บรักษาข้าวเปลือก พบว่า ค่าสีในข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือนมีค่าสูงที่สุด โดยที่ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือกนานขึ้น จะส่งผลให้ค่าสีมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แสดงว่าระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือก และการขัดสีข้าว มีผลต่อความชอบด้านสี

ผลการทดสอบด้านความนุ่ม (ตารางที่ 26 และ 27) พบว่า ข้าวซ้อมมือคะแนนด้านความนุ่มสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก โดยให้ผลการทดสอบเหมือนกันทั้งข้าวนาปี และข้าวนาปรัง ทั้งนี้มีคะแนนอยู่ในช่วง 8.33-8.39 แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือกไม่มีผลต่อความชอบด้านความนุ่มในข้าว แสดงว่าคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม ขึ้นอยู่กับการขัดสีข้าว

ดังนั้น ผลการทดสอบด้านความชอบรวมของข้าวในฤดูการผลิตนาปี พบว่า ข้าวซ้อมมือมีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าข้าวแบบกะเทาะเปลือก โดย ข้าวซ้อมมือ ที่ระยะการเก็บรักษาข้าวเปลือกเป็นเวลา 4 เดือน มีค่าคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด เท่ากับ 8.79 ขณะที่ความชอบรวมของข้าวในฤดูการผลิตนาปรัง พบว่า ข้าวซ้อมมือมีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าข้าวแบบกะเทาะเปลือก เช่นเดียวกัน โดย ข้าวซ้อมมือ ที่ระยะการเก็บรักษาข้าวเปลือกเป็นเวลา 4 เดือน มีค่าคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด เท่ากับ 8.78 แสดงว่า ฤดูกาลผลิตข้าวไม่มีผลต่อความชอบรวม แต่การขัดสีข้าว และระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือกมีผลต่อลักษณะความชอบรวมของผลิตภัณฑ์

ผลการทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส สอดคล้องกับรายงานของศิริรัตนาพร (2552) ที่ศึกษาการพัฒนาข้าวกล้องงอกในกระบวนการทำข้าวนึ่งและผลของการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่ง โดยทำการทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสข้าวหุงสุก พบว่า ข้าวกล้องงอกจะได้รับความพึงพอใจต่อผู้ทดสอบมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องงอกนึ่งและข้าวนึ่งกล้อง โดยข้าวกล้องงอกจะได้รับการพึงพอใจในลักษณะปรากฏ สี กลิ่น การเกาะตัว เนื้อสัมผัส ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวกล้องงอกหุงสุกสูงสุด

เช่นเดียวกับ กรกฤต (2551) ทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของข้าวกล้องหอมมะลิ 105 พบว่าคุณลักษณะทดสอบทั้งหมด (ยกเว้นความเหนียว) มีค่าที่น้อยกว่าข้าวกล้องชุดควบคุม โดยข้าวนึ่งกล้องมีค่ากลิ่นที่ค่อนข้างแรง (7.60) แต่น้อยกว่าชุดควบคุม เช่นเดียวกับลักษณะปรากฏข้าวนึ่งกล้อง (5.49) รสชาติ (5.67) ความนุ่ม(5.07) ความเหนียว (3.87) และลักษณะโดยรวม (6.11) ในขณะที่ข้าวกล้องชุดควบคุมมีค่ากลิ่น (8.49) ลักษณะที่ปรากฏ (6.08) รสชาติ (6.35) ความนุ่ม (7.89) ความเหนียว (2.89) และลักษณะโดยรวม (7.10) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไพฑูรย์ (2551) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก 2 สายพันธุ์ ที่เก็บรักษา พบว่าความชอบโดยรวม ของผู้ทดสอบชิมมีความพึงพอใจในข้าวที่เก็บรักษาแบบถุงพลาสติกสุญญากาศสูงกว่า และระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อความพึงพอใจจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะมีแนวโน้มลดลง

สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีขนาด ความยาว ความกว้าง ความหนา อัตราความยาวกว้างของเมล็ดแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ ข้าวกะเทาะเปลือกจะให้ความกว้างมากกว่าข้าวซ้อมมือ และข้าวสาร และข้าวทุกตัวอย่างที่ผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งจะมีแนวโน้มส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กกว่าข้าวกะเทาะเปลือกก่อนนำไปทำงอก น้ำหนักเมล็ดข้าวแต่ละสายพันธุ์จะให้ค่าน้ำหนักไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ข้าวกล้องงอกส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักเมล็ดข้าวมากกว่าข้าวกะเทาะเปลือก ยกเว้นบางตัวอย่างเมื่อผลิตเป็นข้าวกล้องงอก จะให้น้ำหนักเมล็ดลดลง ส่วนข้าวงอกนึ่ง พบว่ามีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักเมล็ดมากกว่าข้าวกะเทาะเปลือก

2. คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงค่าไม่เกินร้อยละ 14 เมื่อแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอก และข้าวงอกนึ่งทั้ง 2 วิธีการ พบว่าปริมาณความชื้นในตัวอย่างข้าวส่วนใหญ่ มีแนวโน้มให้ค่าสูงกว่าข้าวกล้องกะเทาะเปลือก ปริมาณโปรตีน เถ้า ไขมันในข้าวกะเทาะเปลือกมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 7.70-11.07, 0.81-2.41, 1.68-3.10 ตามลำดับ ทั้งนี้ข้าวกล้องงอกจะให้ค่าโปรตีนใกล้เคียงกับข้าวกะเทาเปลือก แต่ข้าวงอกนึ่งให้ค่าโปรตีนสูงกว่า ส่วนปริมาณเถ้าและไขมันในข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งมีค่าต่ำกว่าข้าวกะเทาะเปลือก

3. ความคงตัวแป้งสุกในข้าวกล้องกะเทาะเปลือก มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 43–91 มิลลิเมตร เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง พบว่า ข้าวส่วนใหญ่มีแนวโน้มความคงตัวแป้งสุกลดลงทั้งในข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ส่วนระดับการขัดสีข้าวกะเทาะเปลือก ข้าวซ้อมมือและข้าวสาร ไม่มีผลต่อค่าความคงตัวแป้งสุก

4. ปริมาณอะไมโลส มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 9.15–25.01 เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งทั้ง 4 วิธีการ พบว่าการแปรรูปข้าวไม่ส่งผลต่อปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวทดลองส่วนใหญ่ โดยมีค่าอะไมโลสไม่แตกต่างกัน ยกเว้นมีเพียงบางตัวอย่างที่มีค่าอะไมโลสในข้าวงอกนึ่งสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก

5. ระยะเวลาหุงต้ม มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 19-33 นาที โดยข้าวดอกข่ามีระยะเวลาหุงต้มสูงที่สุดเมื่อผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่งทั้ง 4 วิธีการ ปรากฏว่า มีเพียงบางวิธีการที่ให้ค่าระยะเวลาหุงต้มแตกต่างจากข้าวกะเทาะเปลือกอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวกล้องงอกจะให้ค่าระยะเวลาหุงต้มไม่แตกต่างจากข้าวกล้องกะเทาะเปลือก แต่ข้าวงอกนึ่งมีแนวโน้มให้ระยะเวลาหุงต้มนานกว่าข้าวกะเทาะเปลือก ส่วนระดับการขัดสีข้าว 3 แบบ มีแนวโน้มว่าข้าวสารจะมีระยะเวลาหุงต้มสั้นที่สุด

6. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสาร DPPH ในข้าวทั้ง 15 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยข้าวในกลุ่มมีสีจะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวขาว มีค่าอยู่ในช่วง

ระหว่าง 0.011 ถึง 0.230 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำมาผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง ทั้ง 4 วิธีการ พบว่าจะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสาร DPPH ลดลง ทั้งนี้การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 และการผลิตข้าวนึ่งงอกวิธีการที่ 1 จะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีกว่า การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1 และข้าวนึ่งงอกวิธีการที่ 2 ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสาร ABTS ให้ผลเช่นเดียวกัน คือจะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวกะเทาะเปลือก มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.007 ถึง 0.136 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำมาผลิตข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง พบว่าจะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสาร ABTS ลดลง โดยข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 และข้าวนึ่งงอกวิธีการที่ 1 จะให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีกว่าข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 1 และข้าวนึ่งงอกวิธีการที่ 2

7. ปริมาณกรดไขมันอิสระในข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ และข้าวงอกนึ่ง 2 วิธีการ มีค่ากรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 2.70 ปริมาณกรดไขมันอิสระในข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่า วิธีการที่ 1 แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และการผลิตเป็นข้าวงอกนึ่ง วิธีการที่ 1 มีค่าต่ำกว่าวิธีการที่ 2

8. ปริมาณฟลาโวนอยด์มีค่าสูงสุดในข้าวดอกข่า เท่ากับ390 6.91 มก.แคทิชินต่อ 100 กรัมข้าว ส่วนที่เหลือจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 69.54 ถึง 347.28 มก.แคทิชินต่อ 100 กรัมข้าว โดยมีค่าสูงที่สุดในข้าวกะเทาะเปลือก รองลงมาคือข้าวซ้อมมือ และข้าวสา เมื่อผลิตเป็นข้าวกล้องงอก พบว่าข้าวทุกตัวอย่างมีแนวโน้มมีปริมาณฟลาโวนอยด์ลดต่ำลง ขณะที่การผลิตข้าวงอกนึ่งให้ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก

9. ปริมาณแทนนิน มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 29.24–85.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ข้าวกะเทาะเปลือกมีปริมาณแทนนินสูงกว่า ข้าวซ้อมมือและข้าวสาร ส่วนการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะให้ค่าแทนนินสูงกว่าแบบที่ 1 และการผลิตข้าวงอกนึ่ง วิธีการที่ 2 จะให้ค่าปริมาณแทนนินสูงกว่าวิธีการที่ 1

10. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก มีค่าแตกต่างกันตามสายพันธุ์ข้าว โดยปริมาณฟีนอลิกมีค่าสูงที่สุดในข้าวดอกพะยอม(กระบี่) เท่ากับ 31.86 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมข้าว การผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง พบว่าวิธีการต่างกันจะส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกในข้าวแต่ละชนิดแตกต่างกัน

11. ปริมาณวิตามินบี 1 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.12 ถึง 0.42 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมข้าว ข้าวกะเทาะเปลือก มีค่าสูงกว่าข้าวซ้อมมือ ข้าวกล้องงอก 2 วิธีการ เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกและข้าวงอกนึ่ง พบว่า ข้าวทดลองมีแนวโน้มปริมาณวิตามินบี 1 เพิ่มมากขึ้น โดยการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 ให้ปริมาณวิตามินบี1 สูงกว่าวิธีการที่ 1 และการผลิตข้าวงอกนึ่งแบบที่ 1 ให้ปริมาณวิตามินบี 1 สูงกว่าแบบที่ 2

12. ปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า ข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูง จะเป็นกลุ่มข้าวสีดำ มีค่าอยู่ในช่วง 1,206.77 -1,580.54 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง รองลงมา เป็นกลุ่มข้าวสีแดง มี

ค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 188.16 – 133.89 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง และกลุ่มข้าวสีขาวมีค่าอยู่ในช่วง 2.87– 5.75 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง และการผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีแนวโน้มปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าวิธีการที่ 1 ส่วนการผลิตเป็นข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 มีปริมาณสูงกว่าวิธีการที่ 2

13. ปริมาณแร่ธาตุสังกะสี มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 18.45 -29.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะมีแนวโน้มปริมาณแร่ธาตุสังกะสีสูงกว่าวิธีการที่ 1 วิธีการผลิตข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 จะให้ปริมาณแร่ธาตุสังกะสี สูงกว่าข้าวงอกนึ่งที่ผลิตตามวิธีการที่ 2

14. ปริมาณแร่ธาตุเหล็ก มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.86 - 10.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 มีแนวโน้มให้ปริมาณแร่ธาตุเหล็กสูงกว่าวิธีการที่ 1 ส่วนการผลิตข้าวงอกนึ่งวิธีการที่ 1 จะให้ปริมาณแร่ธาตุเหล็กสูงกว่าข้าวงอกนึ่งที่ผลิตตามวิธีการที่ 2 ทั้งนี้การแปรรูปทั้งสองวิธีการส่งผลให้แร่ธาตุเหล็กสูงกว่าข้าวกะเทาะเปลือก

15. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.07 ถึง 0.22 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง การผลิตข้าวกล้องงอกวิธีการที่ 2 จะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าวิธีการที่ 1 ($P \leq 0.05$) ส่วนข้าวงอกนึ่งทั้งสองวิธีการ ให้ผลการทดลองไม่ต่างกันทางสถิติ

16. ปริมาณแกมม่าโอรีซานอล มีค่าอยู่ในช่วง 26.91–55.40 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยข้าวดอกข่าที่ปลูกในจังหวัดตรัง มีค่าสูงที่สุด

17. ปริมาณสารกาบา มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.79–24.89 มิลิกรัมต่อ 100 กรัม การผลิตข้าวกล้องงอกและการผลิตข้าวงอกนึ่งตามวิธีการที่ 2 จะให้ปริมาณสารกาบาสูงกว่าวิธีการที่ 1 ($P \leq 0.05$) ส่วนระดับการขัดสีพบว่า ข้าวแบบกะเทาะเปลือกจะให้ปริมาณสารกาบาสูงกว่าข้าวซ้อมมือ

18. คุณลักษณะทางด้านการเกาะตัว กลิ่น สี ความนุ่ม และความชอบรวม พบว่าข้าวพื้นเมืองแต่ละตัวอย่าง พบว่าให้ค่าแตกต่างกันตามชนิดพันธุ์ข้าว ข้าวทดลองส่วนใหญ่ที่ผลิตเป็นข้าวกล้องงอกตามวิธีการที่ 2 ได้รับค่าคะแนนด้านความชอบรวมสูงกว่าวิธีการผลิตข้าวแบบอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาข้าวกล้องและข้าวนึ่งให้ปลอดภัย
2. ควรศึกษากระบวนการนึ่ง อุณหภูมิการแช่ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในข้าวนึ่ง

บรรณานุกรม

กรกฤต สารีพวง. 2551. การพัฒนากระบวนการผลิต และคุณภาพด้านกายภาพ ด้านเคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวนึ่งกล้อง. มหาสารคาม: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

กรมวิชาการเกษตร. 2551. มาตรฐานข้าวไทย. [Online]. Available : http://210.246.186.28/pl_data/RICE/7stand01.html

กรมการข้าว. 2553. ข้าวหลวงสันป่าตอง พันธุ์ข้าวนาสวนที่ไวต่อแสง องค์ความรู้เรื่องข้าว. เข้าถึง http://www.brrd.in.th/rkb/data002/a1/ricexx203_ricebreed_Lung_SanPaTung.html. วันที่ 18 เมษายน 2553.

กรุงเทพธุรกิจ. 2556. สจล.-กรมข้าวฟื้นข้าวพื้นเมือง เฟ้น12 สายพันธุ์ป้อนชาวนา. หนังสือพิมพ์ ฉบับวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2556.

กรรณิการ์ ห้วยแสน, จิระพันธ์ ห้วยแสน, หนูเดือน สาระบุตร และ พัฒนา พึ่งพันธุ์. 2556. ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าวฮางงอก (ข้าวนึ่งงอก). รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, กาฬสินธุ์.

ขวัญชนก ปฏิสนธิ์. 2553. การเคลื่อนย้ายธาตุเหล็กและสังกะสีภายในเมล็ดข้าวจากกระบวนการผลิตข้าวนึ่งที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด. *ใน* เอกสารสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 53 น.

งามชื่น คงเสรี. 2531. คุณภาพการหุงต้มรับประทานและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง. เอกสารสถาบันวิจัยข้าว เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. น.94-101.

งามชื่น คงเสรี. 2538. การปรับปรุงคุณภาพข้าวสารเพื่อการบริโภคและส่งออก. การฝึกอบรมหลักสูตรการวิเคราะห์คุณภาพข้าวทางเคมี, รุ่นที่ 1 และ2 วันที่ 1-2 และ 15-16 มิถุนายน 2538. ปทุมธานี. 23 น.

งามชื่น คงเสรี. 2542. การปรับปรุงพันธุ์ข้าว. กรุงเทพฯ. จิรวัฒน์เอ็กเพรส.

งานชื่น คงเสรี . 2546. ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว : กรมวิชาเกษตร. กรุงเทพฯ.

จารุรัตน์ สันเต,วรนุช ศรีเจษฎารักข์ และรัชฎา ตั้งวงค์ไชย์. 2550. ผลของกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าวกล้อง (หอมมะลิ 105) ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิดในข้าวกล้องงอก.วิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6) ; 103-106.

จิรวัฒน์ สนิทชน. 2552. ข้าวพื้นเมืองไทย มรดกทางพันธุกรรมของแผ่นดิน. วารสารแก่นเกษตร. ปีที่ 37 ฉบับที่ 4 .หน้า 277 – 280.

จิราภรณ์ กระแสเทพ และ มัณฑนา นครเรียบ. 2555. การหาปริมาณรวมฟีนอลิก แอนโธไซยานินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวไทย. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามครั้งที่ 8.; 269-273.

จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. ความรู้เรื่องข้าว.กรุงเทพฯ:สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เชาวนีพร ชีพประสพ หาสันต์ สาเหล็ม และ ฤทัยทิพ อโนมุณี . 2017 . องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณอะไมโลสในข้าวพันธุ์พื้นเมือง จากศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง.

เทพอำพร บุญเพิ่มพูน นิตยา สนิท และพิมประภา เขียนดี. 2558. การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม ทองแดง เหล็ก และสังกะสี ในข้าวพื้นเมืองจังหวัดนครราชสีมา. ปัญหาพิเศษ โปรแกรมวิชาเคมี คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. นครราชสีมา.

ทัศนีย์ ผลไม้, ขนิษฐา ทานี่ฮิล และ จอมพจน์ เกษมรุ่งชัยกิจ. 2551. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของข้าวขาว ข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอกและข้าวฮาง. โครงการโครงงานอุตสาหกรรม และวิจัยสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ประจำปี 2551.

นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และเรวดี จงสุวัฒน์. 2545. น้ำมันรำข้าว ทางเลือกเพื่อสุขภาพของคนไทย. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิศ แสงอรุณ และคณะ. (2553). พันธุ์ข้าวยอดนิยมชายแดนใต้. : สำนักวิจัย และพัฒนาข้าว กรมการข้าว.กรุงเทพฯ

น้ำฝน ศีตะจิตต์ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. กระบวนการผลิตข้าวนึ่งระดับห้องปฏิบัติการ. *ใน* การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ ครั้งที่ 41. หน้า 36-44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

นฤศันส์ วาสิกดิลก. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากปลายข้าวมะลิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลศรี รักอริยะธรรม และอัญชนา เจนวิถี. 2546. แอนติออกซิแดนท์สารต้านมะเร็งในผักสมุนไพรไทย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

บุญหงษ์ จงคิด. 2547. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. หน้า 1-27.

ประวีณา มณีรัตนรุ่งโรจน์ มัลลิกา จันทรังษี และพิทักษ์พงษ์ มณีรัตนรุ่งโรจน์. 2555. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีบางประการของเมล็ดข้าวพื้นเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. ในการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2 (น.637). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสาร สวัสดิ์ชิตัง. 2547. การสำรวจความความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผลไม้. ขอนแก่น: ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 92 น.

ปิยธิดา เข็มสุข. 2541. การเสริมวิตามินในข้าวโดยวิธีการครอสลิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 108 น.

ปวีณา รัตนเสนา และ ประภัสสร บุษหมัน. 2555. กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกของข้าวไทยบางสายพันธุ์. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม

เปรมฤดี ดำยศ สมพร ดำยศ กาญจนา ชูแสง และพรเพ็ญ ชาติกุล. 2553. ศึกษาการผลิตข้าวกล้องงอกสังข์หยด. *ใน* การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานงานทักษิณวิชาการ-งานเกษตรแฟร์ ครั้งที่ 4 ข้าวไทยคือชีวิต พลิกฟื้นเศรษฐกิจไทย. คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. น. 59.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ วิชชุดา สังข์แก้ว และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์. 2555. คุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์.*วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 43(2) (พิเศษ) :173-176.

ไพฑูรย์ ละลา. 2551. การผลิตข้าวกล้องงอกและผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

ยุพกนิษฐ์ พ่วงวีระกุล. 2551. ผลิตภัณฑ์ข้าวงอกนึ่งจากข้าวญี่ปุ่นสายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทย. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิง พื้นที่ ปีที่ : 3 ฉบับที่ : 5 เลขหน้า : 83-95.

รุจิรา ปรีชา, สุเทพ ฤทธิ์แสวง และสุนันทา วงศ์ปิยชน. 2551. ประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรต่อการเก็บรักษาข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือ. ประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจาปี 2551 ณ ณ โรงแรม ชลจันทร์ รีสอร์ท พัทยา.

วัฒนา วัชรอาภาไพบูลย์. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีคุณค่าทางอาหารสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า,กรุงเทพฯ,148 หน้า.

วันพรรษา ชุติปัญญา. 2549. การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด โทโค-เฟอรอล และแกมม่า-ออไรซานอลของข้าวกล้องงอกสมุนไพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 105น.

วรนุช ศรีเจษฎารักข์ และเทพฤทธิ์ ปิติฤทธิ์. 2551. การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกาบา การประเมินทางประสาทสัมผัสข้าวหุงสุก และการเปลี่ยนแปลงปริมาณกาบาระหว่างการเก็บ, สกว. กรุงเทพมหานคร.

วรรณวิไล ฤทธิเดช. 2551. ผลของการงอกที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทานของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 159 น.

สมทรง โชติชื่น อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ สกุล มูลคำ จรัญจิต เพ็งรัตน์ นิธิศ แสงอรุและสำเริง แซ่ตัน. 2557.คุณค่าทางโภชนาการของข้าวพื้นเมืองไทยบางพันธุ์. งานวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมทรง โชติชื่น อัจฉราพร ณ ลาปาง เนินพลับ สกุล มูลคา จรัญจิต เพ็งรัตน์ นิธิศ แสงอรุณ และสาเริง แซ่ตัน. 2558. คุณค่าทางโภชนาการของข้าวพื้นเมืองไทยบางพันธุ์, การประชุมวิชาการข้าว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลางและตะวันตก และกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออกประจาปี 2557. ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี กรมการข้าว กองวิจัยและพัฒนาข้าว, สุพรรณบุรี.

สิริธร คุณสารสมบัติ และ อิสรีย์ อัครวรพิทักษ์. 2553. การหาปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเภสัชศาสตร์ ,มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ

สุวัชชัย หาชื่น. 2547. การวิเคราะห์การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ KKU 74 โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อ-แม่ และพันธุ์มาตรฐาน สจ.5 /. ขอนแก่น :: มหาวิทยาลัยขอนแก่น,

สุภาณี จงดี. 2551. การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการข้าว (ข้าวกล้องงอก). ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์ข้าวและผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์วันที่ 2-6 มิถุนายน 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี. สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ.

สุรัตน์ นักหล่อ และ กฤษณา โยนสนิท. (2551). คุณภาพทางกายภาพและเคมีของข้าวกล้องและข้าวนึ่งพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดสุรินทร์. Agicutural Sci , J. 39. :3 (Suppl) : 389-392 (2008) ว. วิทย กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 389-392.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2552. องค์ความรู้ด้านศัตรูข้าว คู่มือสำหรับชาวนาไทย สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 60 หน้า.

สำเริง แซ่ตัน ขวัญใจ คชภักดี สถาพร ตัมพวิสิฏฐ์. 2557. การมีส่วนร่วมของกลุ่มชาวนาในการรักษาพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองท้องถิ่นภาคใต้. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 31.

สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน. 2549. บทคัดย่อ. การศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวและเมล็ดข้าวมีสีที่ผ่านการทำให้งอก สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2551, http://rde.blotec.or.th/rdedocs/Proposal/1234pp:AbstractCTh.doc.

สุริสา ศรีสุวรรณ์ อัณศยา ท่อนโพธิ์ และประสงค์ สีหานาม. 2547. สารสกัดจากผลอ่ำป่า : พฤษเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน . วารสารฉบับพิเศษ ประชุมวิชาการ วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 10 : 373-382.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าว. ค้นวันที่ 13 มิถุนายน 2559 จาก (http://www.brrd.in.th)

สุนทร ตรีนันทวัน. ข้าวพื้นเมืองกับคุณค่าทางโภชนาการ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://edtech.ipst.ac.th/index.php 24 เมษายน 2558.

ศิริรัตนาพร หล้าบัววงค์. 2552. การพัฒนาข้าวกล้องงอกโดยกระบวนการทำข้าวนึ่งและผลของการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

ศิวะพงศ์ นฤบาล และคณะ. (2552). ข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ดีเด่นภาคเหนือตอนบน. กรุงเทพฯ : สานักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว

อภิชาติ ศรีสะอาด และพัชรี ส าโรงเย็น. 2558. เมล็ดงอก. กรุงเทพฯ: นาคา อินเตอร์มีเดีย.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 366 น.

อัญชนา เจนวิถีสุข. 2544. การตรวจหาและบ่งชี้ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้านและสมุนไพรไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุมา แสงคร้าม และ ลำพึง พุ่มจันทร์. 2550. ผลของระยะเวลาการแช่น้ำและการเก็บรักษาต่อปริมาณสารโอรีซานอลในข้าวกล้องงอก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฉบับพิเศษ. หน้า 392-401.

อุไรวรรณ วัฒนกุล วัฒนา วัฒนกุล พีรพงษ์ พึ่งแย้ม และ พิทูรย์ จรูญรัตน์. 2555. ผลของไคโตแซนต่อการสร้างเอนไซม์ไคติเนสและเอนไซม์เบต้า-1,3- กลูคาเนสในข้าวสังข์หยดพัทลุง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ม. เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, ตรัง.

Abdel-Aal, E.-S.M. and Hucl, P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. Cereal Chem. 76:350–354.

Adari, C. B., Beachell, H. M., Jodon, N. E., Johnst, T.H., Thysell, J. R., Green, V. E., Webb, B. D. and Atkins, J. G. 1996. Rice breeding and methods in the United States. *In* Rice in the United States : varieties and production. P. 124. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.

Ames, B.M., Shigena, M.K. and Hagen, T.M. 1993. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 90: 7915-7922.

AOAC (Association of official Analytical I Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Association of official Analytical I Chemists, Arlington. VA. 1298 PP.

AOAC, 2000, Association of Official Analytical Chemists 14th, Association Official Analtical Chemists, Washington D.C. Galland-Irmouli AV., Fleurence J., Lamghari R., Luçon M., Rouxel C., Barbaroux O., Bronowicki JP., Villaume C. and Guéant JL., 1999, Nutritional Value of Proteins from Edible Seaweed Palmaria palmata (dulse). Journal Nutrition Biochem, 10: 353–359.

Beal , A.D.,Mottram,D.S. 1993. An evaluation characteristic of malted barley by free-choiceProfiling. Journal of Science, Food and Agricuculture 61,17-22.

Benjamasuttikul, S. and O. Naivikul. 2007. Pasting properties change during pre-germination process of Thai rice varieties. Pp.185-192. *In* Starch update the 4th International conference on starch Technology, Bangkok.

Bhattacharya, S., 1996. “Kinetics on Color Changes in Rice due to Parboiling,” Journal of Food Engineering, 29 : 99–106.

Bhattacharya, K. R. 1985. Parboiling of rice. In “Rice : chemistry and technology” (Ed. B.O Juliano) pp. 289-348. St. Paul, Minn. : American Association of Cereal Chemists.

Bhise, V.J., Chavan, J.K., and Kadam, S.S. 1988, “Effect of malting on proximate composition and in vitro protein and starch digestibilities of grain sorghum”,Journal of Food Science and Technology, Vol. 25 , pp. 327-330.

Burlingame, B. 2013. Biodiversity and nutrition. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture (CGRFA) Fourteenth Regular Session. 15-19 April Rome, Itary.

Chavan,J.K. and Kadam, S.S., 1989, Nutritional Improvement of Cereals by Sprouting, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 28: 401-437.

Dalby, A. and Tsai, C.Y., “Lysine and tryptophan increases during germination of cereal grain”,Cereal Chemistry, Vol. 53, pp. 222-225.

Deepa, G., Singh, G. and Naidu, K.A. 2008. Nutrient composition and physicochemical properties of Indian medicinal rice–Njavara. Food Chemistry. 106 : 165-171.

Dubois, M. K. A. Gaillis, J. K. Haminlton,P.A. Rebers and Smith. F. 1956. Coolorimetric method for determination of sugars and related subtancea. Analytical Chemistry 28: 350- 356.

Fenglin, H., Ruili, L., Bao, H. and Liang, M. 2004. Free radical scavenging activity of extracts prepared from fresh leaves of selected Chinese medicinal plants. Fitoterapia. 75: 14-23.

Fukai, T. and Nikumi, Z., 1956, “Degradation of starch in the endosperm of rice”,Journal of Biochemistry, Vol. 43, pp. 33-35.

Gujral H.S. and Kumar V. 2003. Effect of accelerated aging on the physicochemical a nd textural properties of brown and milled rice. Journal of Food Engineering. 59, 117-121.

Graf E, Eatom JW. 1990. Antioxidant functional of phytic acid. Free Radical Biol Med 8 : 61-69.

Heems, D., Luck, G., Fraudeau, C. and Verette, E. 1998. Fully automated precolumn derivatization, on-line dialysis and high performance liquid chromatographic analysis of amino acids in food, beverages and feed stuff. Journal of Chromatography A 798: 9-17.

Heinemann, R.J.B., P.L. Fagundes, E.A. Pinto, M.V.C. Penteado and U.M. Lanfer-Marquez. 2005. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. Journal of Food Composition and Analysis. 18:287-296.

Henry, R.J. and Kettlewell, R.S. 1996. Cereal Grain Quality. Chapman & Hall. USA.

Hiromichi ,A.,Tomoni,S.,Hirto,S.,Aya,M.,Mitsuo,K.,Sachiyuki,T.,Sachilo,S.,Keiko,T. and Kenichi,I. 2003. Germinated brown rice., United States Patent No.US 6,630,193 B2.

Huang M, Chen J, Cao F, Jiang L, Zou Y. 2015 . Root morphology was improved in a late-stage vigor super rice cultivar. PLOS ONE, 10, e0142977.

Jia, Z., Tang, M. and Wu, J. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scarvenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry. 64 : 555-559.

Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylase. Cereal Sci. Today 16: 334-338.

Juliano, B.O. 1972. An international survey of method used for evaluation of the cooking and Eating qualities of milled rice. IRRI Research Paper,Series No. 77 pp. 1-28.

Juliano, B.O. 1985. Rice : Chemistry and Technology. Amer. Assoc. Cereal Chem. Inc., St. Paul, Minnessota. 755 p.

Juliano, B.O. and Villareal, C.P. 1993. *Grain quality evaluation of world rice*. International Rice Research Institute. Manila. 205 p.

Juliano, C. M. Cossu, M.C. Alamanni and L. Piu. 2005. antioxidant activity of gamma-oryzanol : Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. International. J. Pharmaceutics, 299 : 146-154.

Karppinen S,Linkkonen K,Aura AM,Forssell P,Poutanen K. 2000. In vitro fermentation of Polysaccharides of rye wheat and oat brans and inulin by human faccal bacteria.J Sci Food Agric.80:1469-1476.

Kayahara H, Tsukahara K. 2000. Flavor Health and Nutrition Quality of Pre-germinated brown Rice International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii.

Kent-Jones, D.W. and Amos, A. J., 1967, Modern cereal chemistry, Food Trade Publishing, London, 954 p.

Kim, S.Y., H.J. Park and S.J. Byun. 2004. Method for preparing germinated brown rice having Improved texture and cook ability without microbial contamination and Germinated brown rice obtained therefrom, United State Patent No.US 2004/0105921 AI.

Komatsuzaki, N., K. Tsukahara, H. Toyoshima, T. Suzuki, N. Shimizu and T. Kimura. 2005. Effect of Soakingand gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. J. Food. Eng. In press.

Kwon, Dae Y. and Rhee, Joon S. A simple and rapid colorimetric method for determination of free fatty acids for lipase assay. Journal of the American Oil Chemists' Society, January 1986, vol. 63, no. 1, p. 89-92.

Lamberts, L., Bie, E.D., Vandeputte, G.E., Veraverbeke, W.S., Dercke, V., Man, W.D. and Delcour, J.A. 2007. Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. Food Chemistry. 100(4): 1496-1503.

Lee, Youn Ri and others. 2007. "Changes in the Chemical and Functional Components of Korean Rough Rice Before and After Germination," Food Science and Biotechnology. 6 : 1006-1010.

Lemer,L.E. and Swanson, B.G. 1976. Nutritive value of sprouted wheat flour. J. Food Sc.41:719 -20.

Leong, L. P. and Shui, G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chemistry, 76: 69-75.

Lu, Y., Foo, L.Y., Molan, A.L., Wood ®eld, D.R., McNabb, W.C. 2000. The phenols and prodelphinidins of white clover towers. Phytochemistry 54, 539±548.

Manna KM. Naing KM, Pe H. 1995. Amylase activity of some roots and sprouted cereals and beans. ood utr Bulletin. 16: 1-4

Min,S. 2004. Rice rich in essential amino acids. researcher. Rice News Retrieved June 13, 2006, from http//www.riceonline.com/NewsNov04.htm.

Moongngarm, A. and Saetung, N. 2010. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinatedrough rice and brown rice. *Food Chemistry*. 122 : 782-788.

Murakami ,M.,Yamaguchi,T.,Takamura,H.,Matoba,T. 2004. Effects of thermal treatment on radical – scarvenging activity of single and mixed polyphenolic compounds*J.Food Sci.*69:FCT7-FCT10.

Niki, E. 1987. Antioxidants in relation tolipid peroxidation. Chem. and Phys. of Lipid. 44: 227-253.

Ogawa, Y., Kuensting, H., Sugiyama, J., Ohtani, T., Liu, X.Q., Kokubo, M., Kudoh, K., and Higuchi, T. 2002. Sturcture of a rice grain represented by a new three-dimensional visualization technique. Journal of Cereal Science. 36: 1-7.

Ohashi, K., Goshima, G., Kusuda, H. and Tsuge, H. 1980. Effect of embraced lipid on the gelatinization of rice starch. 32 (2) : 54-58.

Oko, O.A. and Ugwu, S.I. 2011. The proximate and mineral composition of five major rice varieties in abakaliki, south-eastern Nigeria. International Journal of Plant Physiology and Biochemistry. 3(2) : 25-27.

Opuku,A.K., Ohenhen,S.O., and Ejiofor,N. 1981. Nutrient composition of millet (*Pennisetum typhoides*) grains and malts. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Vol. 29, pp.1297-1251.

Panchan, K. and o. Naivikul. 2007. Effect of pre-germination and parboiling on brown rice properties. J. Food Ag-Ind. 2:515-524.

Pathirana,R.A., Sivayoyasundavam , K.,and Jayatisa,P.M.,1988. Optimization of condition for Malting of sorghum. Journal of Food Seience and Technology,Vol. 25,25,pp.327-329

Perretti, G., E. Miniati, L. Montanari and P. Fantozzi,. 2003. Improving the value of rice by products by SFE. Journal of Supercritical Fluids. 26:63-71.

Prom-u-thai, C. 2003. Iron (Fe) in Rice grain. Ph. D. Thesis, Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

Prom-u-thai, C., Fukai, S., Godwin, L.D., Rekasem, B., and Huang, L. 2008. Iron fortified parboiled rice- A novel solution to high iron density in rice-based diets. Jounal of Food Chemistry, 110: 390-398.

Rice-Evans, C. A. and Miller, N. J. 1996. Antioxidant acitivities of flavonoids as bioactive compounds of foods. J. Biochem. Soc. Trans., 24(3): 790-795.

Rice-Evans , C. 1999. Implications of the mechanisms of action of tea polyphenols as anti-oxidations in vitro for chemoprevention in humans. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 220, 262-266.

Saif, Saifullah M.H., Dwayne A. Suter and Yubin Lan. 2004. “Effects of Processing Conditions and Environmental Exposure on the Tensile Properties of Parboiled Rice,”Biosystems Engineering. 89(3) : 321–330.

Sharpless, K. E.; Margolis, S.;Thomas, J. B. J. Chromatogr., A 2000, 881 (1–2), 171–181.

Shoichi, I. 2004. Marketing of value-added rice product in Japan : Germinated brown Rice and bread. FAO Rice Conference.Italy: Rome. And Agriculture 50,889-892.

Shokrzadeh, M. and Ebadi, A.G. 2006. Study of Antioxidative Activity in Four Kinds of Cultivated Rice Grains of Mazandaran Province (Iran). Pakistan Journal of Biological Sciences: 2723-2725.

Subba Rao MVSST, Muralikrishna G. 2002. Evaluation of the antioxidant properties of free and bound phenolic acids from native and malted finger millet.J Agric Food Chem.50:889-892.

Tian, S., Nakamura, K., and Kayahara, H. 2004. Analysis of phenolic compounds in white

Thakur, Abhay Kr. and A.K. Gupta. 2005. “Water Absorption Characteristics of Paddy, Brown Rice and Husk during Soaking,” Journal of Food Engineering. 75 : 252–257.

Van Acker, B. A., Hulsewe, K. W., Wagenmakers, A. J., Von Meyenfeldt, M. F. & Soeters, P. B. (2000) Response of glutamine metabolism to glutaminesupplemented parenteral nutrition. Am. J. Clin. Nutr. 72: 790–795.

Varanyanond, W., Tungtrakul, P., Surojanametakul, V., Watansiritham, L. and Luxiang, W. 2005. Effect of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice varieties. Kasetsart Journal (Natural Science) 39(3): 411-415.

Vongsudin, W., Ratthanatham, P., Laohakunjit, N. and Kerdchoechuen, O. 2012. Change of Bioactive Compounds in Germinated Rice. Agricultural Science Journal 43(2)(Suppl.): 553-556.

Watanabe, M., T. Meada, K. Tsukahara and N. Morita. 2004. Application of pregerminated brown rice for breadmaking. Cereal Chem. 81(4):450-455.

Wolfe, K., Wu, X., and Liu, R.H. 2003. Antioxidant activity of apple peels. Journal of Agriculture and Food Chemistry 51: 609- 614.

Yamada, K. and Kawasaki, T., 1980. Properties of the thiamine transport system in *Escherichia coli.* Journal of Bacteriology, Vol. 141. Pp. 254-261.

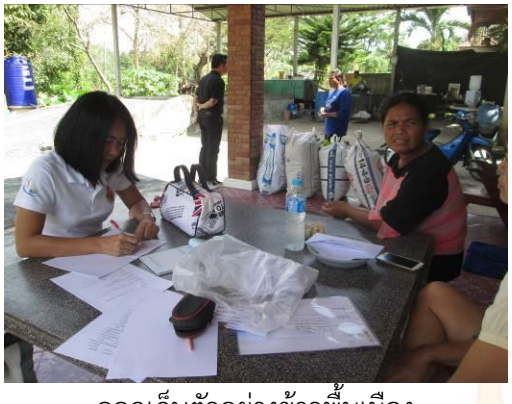
Yang, C. Y., Hua, Q. H., Shimizu, K., 2000. Energetics and carbon metabolism during growth of microalgal cells under photoautotrophic, mixotrophic and cyclic light-autotrophic/ dark-heterotrophic conditions. Biochem. Eng. J. 6, 87-102.

Yu Y. And Wang J. 2007. Effect of gamma-ray irradiation on starch granule structure and physicochemical properties of rice. Journal of Food Engineering. 40(2), 297 – 303.rice, brown rice and germinated brown rice. J. Agri. Food Chem. 52 (10) : 4808-4813.

การนำเสนอผลงานทางวิชาการ
(Proceeding)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก



ออกเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

ออกเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

ออกเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

ออกเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

ออกเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

ออกเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง

ภาพผนวกที่ 1 การเก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ข้าวเปลือกเล็บนกพัทลุง

ข้าวเปลือกอัลฮัมสตูล

ข้าวเปลือกเหนียวดำช่อไม่ไผ่ตรัง

ข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุง

ข้าวเปลือกเหนียวดำสตูล

ข้าวเปลือกหัวบอนกระบี่

ภาพผนวกที่ 2 ตัวอย่างข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ข้าวกะเทาะสังข์หยดพัทลุง

ข้าวกะเทาะเหนียวดำช่อไม้ไผ่ตรัง

ข้าวกะเทาะดอกพะยอมตรัง

ข้าวกะเทาะดอกข่าตรัง

ข้าวกะเทาะอัลฮัมสตูล

ข้าวกะเทาะดอกข่าพังงา

ภาพผนวกที่ 3 ตัวอย่างข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ข้าวซ้อมมือดอกพะยอมตรัง

ข้าวซ้อมมือสังข์หยดตรัง

ข้าวซ้อมมืออัลฮัมสตูล

ข้าวซ้อมมือเหนียวดำสตูล

ข้าวซ้อมมือดอกข่าตรัง

ข้าวซ้อมมือเหนียวดำช่อไม้ไผ่

ภาพผนวกที่ 4 ตัวอย่างข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ข้าวสารดอกพะยอมกระบี่

ข้าวสารอัลฮัมสตูล

ข้าวสารดอกข่าตรัง

ข้าวสารสังข์หยดตรัง

ข้าวสารเหนียวดำสตูล

ข้าวสารเหนียวดำช่อไม้ไผ่ตรัง

ภาพผนวกที่ 5 ตัวอย่างข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

แช่ด้วยน้ำ Reverse osmosis (RO)

เพาะงอกที่อุณหภูมิ 40 oซ.

เพาะงอกที่อุณหภูมิ 40 oซ.

ข้าวเปลือกงอก

ข้าวเปลือกงอก

อบแห้งที่ 50 oซ.

ภาพผนวกที่ 6 การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ วรนุช และเทพฤทธิ์(2551)

แช่เมล็ดข้าวในน้ำประปา

แช่เมล็ดข้าวในน้ำประปา

เพาะงอกในที่มืด

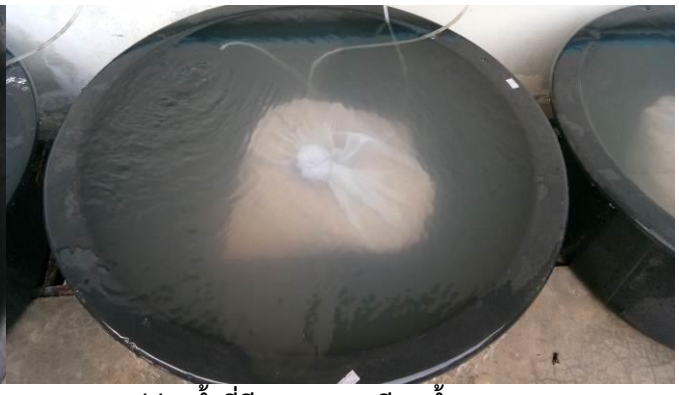
เพาะงอกในที่มืดที่ 40 oซ.

ข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้องงอก

ภาพผนวกที่ 7 การผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวกะเทาะเปลือก ดัดแปลงบางส่วน ตามวิธีการของเปรมฤดีและคณะ (2551)

นำข้าวเปลือกใส่ถุงผ้าดิบ



แช่อ่างน้ำที่มีระบบหมุนเวียนน้ำ

แช่อ่างน้ำที่มีระบบหมุนเวียนน้ำ

เพาะในกล่องพลาสติกรองผ้าขาวบาง

นึ่งด้วยไอน้ำในหม้อนึ่งความดัน

ทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน

ภาพผนวกที่ 8 การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของ Benjamassuttikul and Naivikul, (2007) ; Panchan and Naivikul, (2010)

แช่ข้าวเปลือกในน้ำนาน 24 ชม.

แช่ข้าวเปลือกในน้ำนาน 24 ชม.

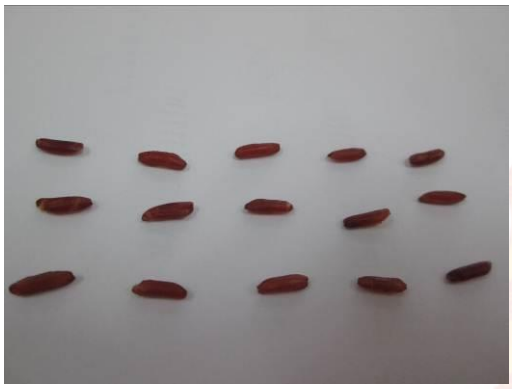
เพาะงอกที่อุณหภูมิบ่ม 40 องศาเซลเซียส

ข้าวเปลือกงอก

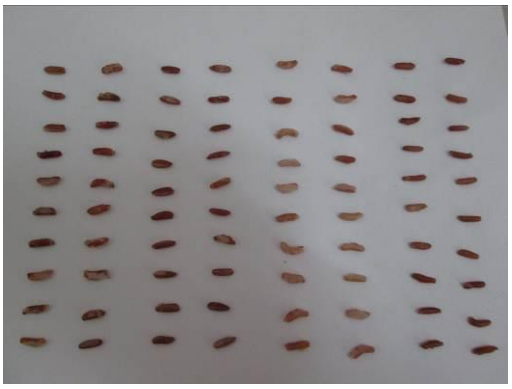
นึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 30-35 นาที

อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

ภาพผนวกที่ 9 การผลิตข้าวงอกนึ่งจากข้าวเปลือก ดัดแปลงตามวิธีการของกรรณิการ์ และคณะ (2556)

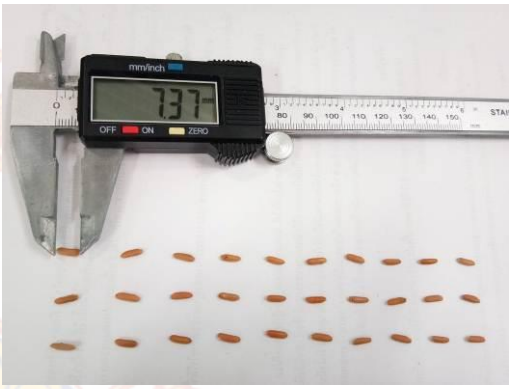


อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าว



อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าว

อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าว

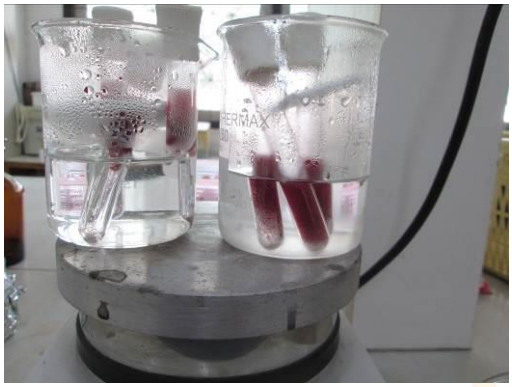


อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าว

อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าว

อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าว

ภาพผนวกที่ 10 การวิเคราะห์อัตราส่วนความยาวกว้างของเมล็ดข้าวของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



การวิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก

การวิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก

การวิเคราะห์ระยะเวลาในการหุงต้ม

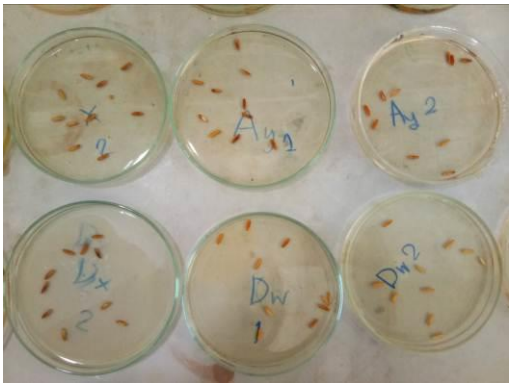
การวิเคราะห์ระยะเวลาในการหุงต้ม

การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

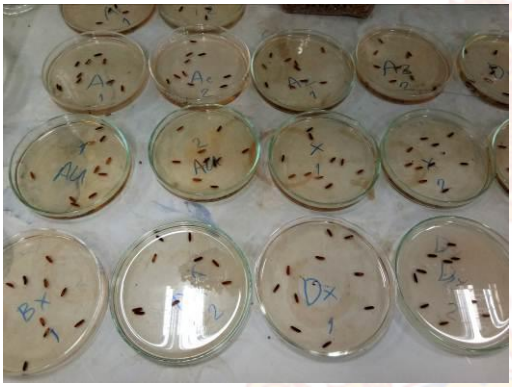
การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

ภาพผนวกที่ 11 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

การวิเคราะห์ค่าการสลายตัวในด่าง



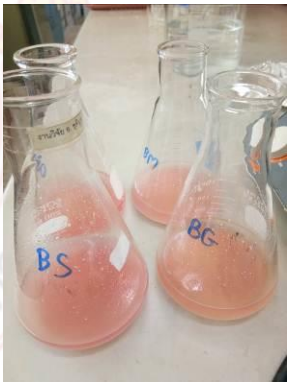
การวิเคราะห์ค่าการสลายตัวในด่าง



การวิเคราะห์ค่าการสลายตัวในด่าง

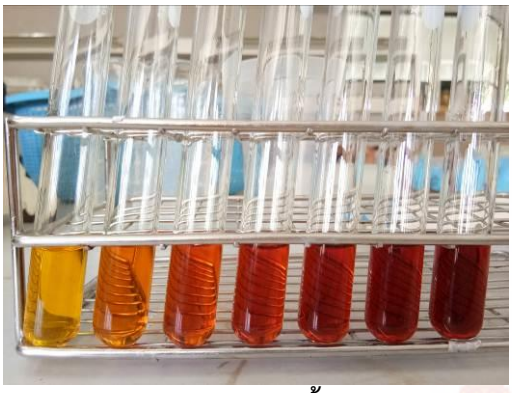
การวิเคราะห์ค่าการสลายตัวในด่าง

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ

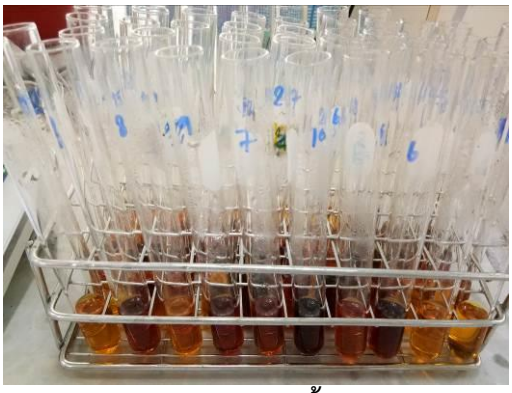


การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ

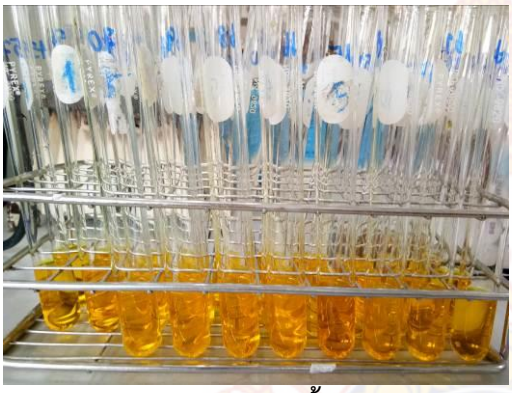
ภาพผนวกที่ 12 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



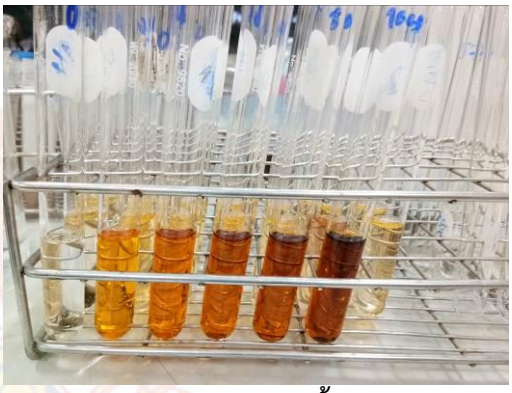
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์



การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์



การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

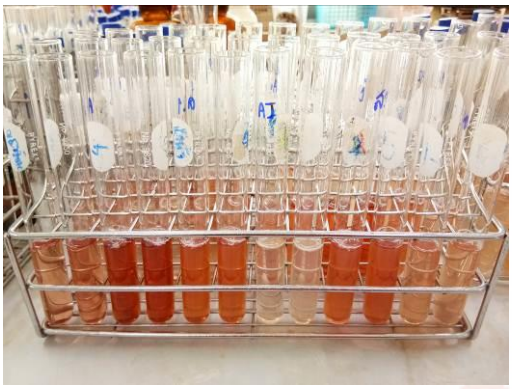


การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวม

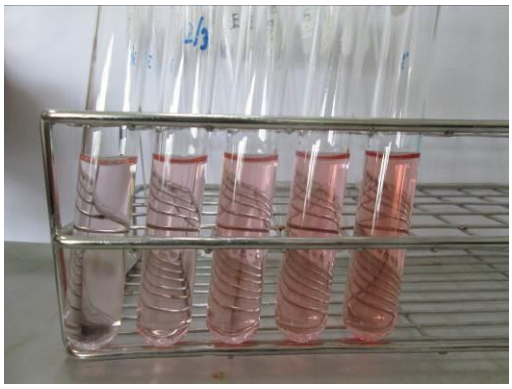
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวม

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวม

ภาพผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวมและน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้



การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

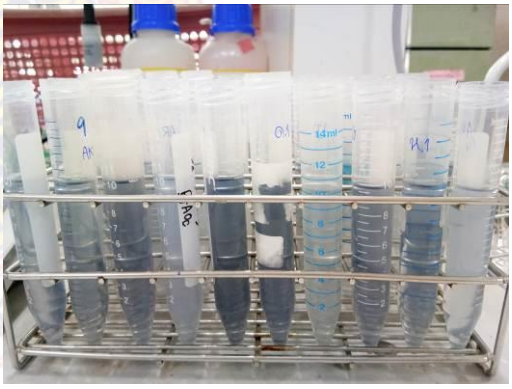


การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก

การวิเคราะห์ปริมาณแทนนิน



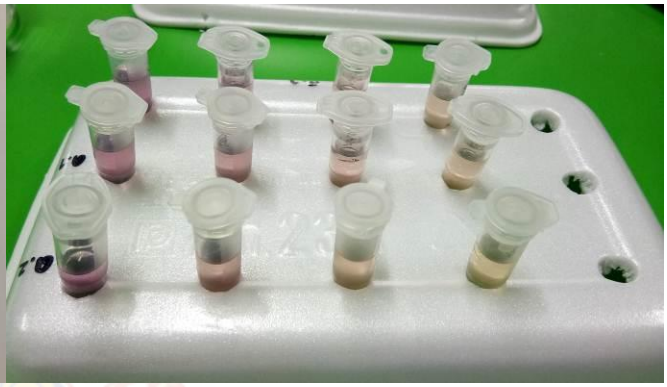
การวิเคราะห์ปริมาณแทนนิน

ภาพผนวกที่ 14 การวิเคราะห์สารชีวกิจกรรมของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

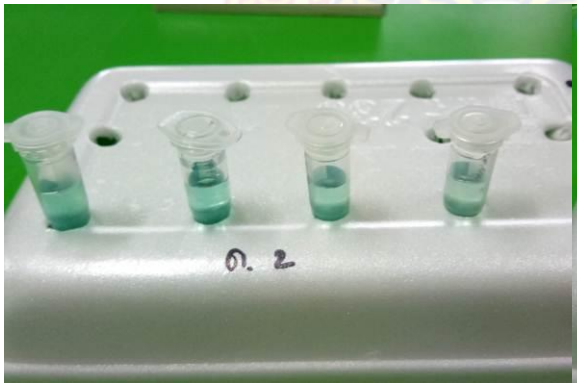
การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ

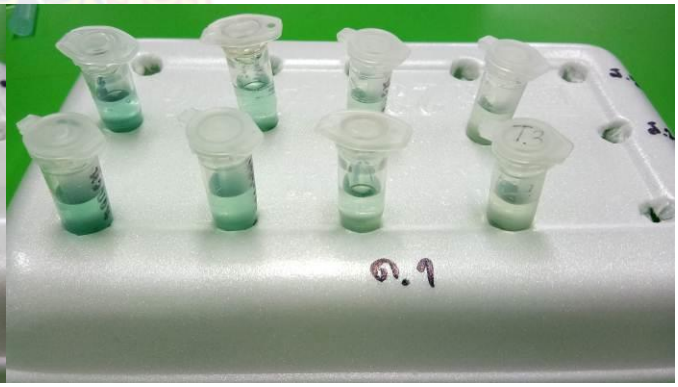
การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ



การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ



การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ



การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ

ภาพผนวกที่ 15 การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ภาพผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

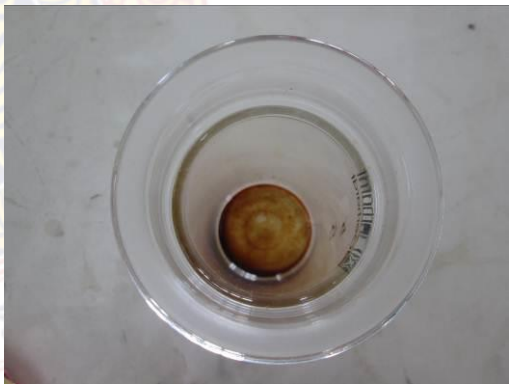
การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน



การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ภาพผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ภาพผนวกที่ 18 การวิเคราะห์เถ้าและความชื้นของข้าวพื้นเมืองนิยมปลูกใน 5 จังหวัดทางภาคใต้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส (Juliano (1971)

สารเคมี

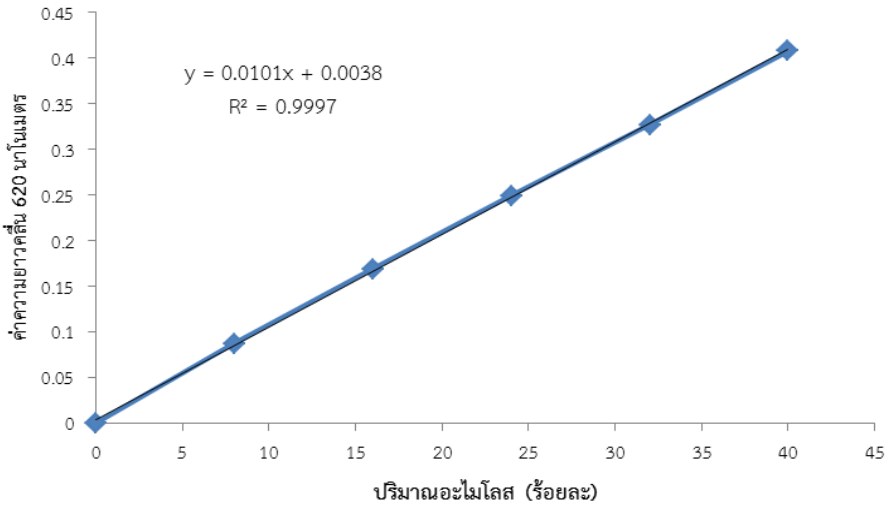
1 N NaoH

1 N glacial acetic acid

สารละลายไอโอดีน (ชั่งไอโอดีน 0.2 g และ KI 2.0 g ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 ml)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างแป้งข้าว 0.1 กรัม ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml เติม 95 % ethyl alcohol จำนวน 1 ml เขย่าเบาๆ เพื่อให้แป้งกระจายตัว นำสารละลายแป้งมา 1 ml เติม 1 N NaoH จำนวน 9 ml นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที ทิ้งให้เย็น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 ml ทิ้งไว้ค้างคืน ใช้ปิเปตดูดสารละลายแป้งที่เตรียมไว้มา 5 ml ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ที่มีน้ำกลั่น 50 ml 1 N glacial acetic acid จำนวน 1 ml และสารละลายไอโอดีน จำนวน 2 ml แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที นำไปวัดค่าความเข้มสีของสารละลาย โดยใช้เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร อ่านค่าการดูดกลืนสี โดย blank เป็นสารละลายที่เตรียมโดยไม่มีตัวอย่างข้าว ปริมาณ amylose หาได้โดยการเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐาน แล้วแสดงค่าเป็นร้อยละของน้ำหนัก สำหรับกราฟมาตรฐานเตรียมโดยชั่ง potato amylase 0.04 g เตรียมให้เป็นสารละลายแป้งเช่นเดียวกับตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากันดูดสารละลายแป้งมา 1,2,3,4 และ 5 ml ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 50 ml 1 N glacial acetic acid จำนวน 1 ml ตามลำดับ และสารละลายไอโอดีน จำนวน 2 ml แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที อ่านค่าการดูดกลืนสี ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เขียนกราฟระหว่าง ความเข้มข้นของ amylase กับค่าการดูดกลืนแสง



กราฟมาตรฐานของอะมิโลส (ร้อยละ)

2. วิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก (Yu and Wang, 2007)

ชั่งตัวอย่างแป้งข้าว 0.1 กรัม ใส่หลอดแก้วขนาด 13 × 100 มิลลิลิตร เติมเอธานอลร้อยละ 95 ที่ละลายเมทิลีนบลูร้อยละ 0.025 ปริมาณ 0.2 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.2 นอร์มอล ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ปั่นของเหลวในหลอดให้กระจายตัวเข้ากันดีจึงปิดฝาหลอดด้วยลูกแก้ว นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 8 นาที จึงนำขึ้นจากน้ำเดือด ปั่นของเหลวในหลอดให้เข้ากันดีและนำหลอดไปแช่ในช่องแช่แข็งนาน 20 นาที ต่อจากนั้นจึงนำหลอดมาวางในแนวนอนบนกระดาษกราฟ นาน 30 นาที และวัดระยะทางที่แป้งไหลเป็นมิลลิลิตร เปรียบเทียบค่าที่ได้กับค่าความคงตัวของแป้งสุกดังนี้

ลักษณะ	ระยะทางที่แป้งไหล (มิลลิลิตร)
แป้งข้าวสุกแข็ง	น้อยกว่า 35
แป้งข้าวสุกค่อนข้างแข็ง	35-40
แป้งข้าวสุกปานกลาง	41-60
แป้งข้าวสุกอ่อน	มากว่า 60

3. ความกว้าง ยาว อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด (Adair *et al.*, 1966)

อุปกรณ์

- เวอร์เนียร์

วิธีการ

สุ่มข้าวสารวัดความกว้าง ยาว (มิลลิเมตร) ตัวอย่างละ 10 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ เฉลี่ยแล้วคำนวณหาอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ด

4. น้ำหนักเมล็ด (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข, 2534)

อุปกรณ์

- เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

สุ่มข้าวสาร ตัวอย่างละ 100 เมล็ด ชั่งน้ำหนัก (กรัม) จำนวน 3 ซ้ำ คิดค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณและรายงานผลในรูปน้ำหนักต่อ 1,000 เมล็ด

5. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC , 1990)

อุปกรณ์เครื่องมือ

1. หลอดย่อยโปรตีน (kjeldalh flask)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3. ชุดย่อยโปรตีน
4. ชุดกลั่นโปรตีน
5. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
6. ปิเปต ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. บิวเรต (burret) ขนาด 25 มิลลิลิตร
8. กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid ,H_2SO_4) เข้มข้น 98%
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 (Sodium hydroxide ,NaOH)
   - เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
3. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 นอร์มัล
   - เตรียมโดยใช้ปิเปตดูดกรดเกลือ 8.28 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
4. สารเร่งรวม (catalyst mixture)
   - เตรียมโดยชั่ง คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 7 กรัม และ โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100 กรัม ผสมให้เข้ากัน
5. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 (boric acid , H_3BO_3)
   - เตรียมโดยต้มน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ให้ร้อน ใส่กรดบอริกลงไป 4 กรัม คนจนละลายหมด เมื่อสารละลายเย็นลง แล้วจึงเติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร mixed indicator (methyl red 0.1 กรัม ผสมกับ bromocresol green 0.1 กรัม ละลายใน ethyl alcohol 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
6. อินดิเคเตอร์รวม (mixed indicator)
   - เตรียมโดย ละลาย methyl red 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร และละลาย methylene blue 0.2 กรัมในแอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลาย methyl red 2 ส่วน ผสมกับสารละลาย methylene blue 1 ส่วน เขย่าให้เข้ากัน

วิธีการวิเคราะห์

1. ขั้นตอนการย่อย (digestion)

1.1 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 0.5 - 1 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน

1.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 3 กรัม และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร

1.3 นำ insert rack ที่มีหลอดย่อยตัวอย่างวางครบทุกช่องวางประกอบเข้ากับเครื่องย่อย และเปิดเครื่องกำจัดไอกรด ตั้งอุณหภูมิในการย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 350 เซลเซียส ทำการย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส ใช้เวลาประมาณ 90 นาที ทิ้งให้เย็น

2. ขั้นตอนการกลั่น (distillation)

2.1 เมื่อสารละลายเย็นลง ต่อหลอดย่อยโปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่นที่มีขวดปากแคบวัดปริมาตร ซึ่งบรรจุสารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร และหยด mixed indicator 2 – 3 หยด โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มอยู่ในสารละลาย

2.2 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ลงไปในหลอดย่อยจนได้สารละลายสีดำ

2.3 ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโมเนียออกมา ประมาณ 7 นาที

3. ขั้นตอนการไตเตรท (titrion)

3.1 นำสารละลายที่กลั่นได้ ไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงอมชมพู (ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ)

3.2 บันทึกปริมาตรที่ได้ เพื่อใช้คำนวณต่อไป

3.3 ทำ blank ตามวิธีการในข้อ 2 - 10 โดยไม่ใส่ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(A-B) \times N\ HCL \times 1.4 \times 100}{W \times 100}$$

ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก) = ปริมาณไนโตรเจน x F

เมื่อ A = ปริมาณสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มอล)

Wt = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

F = 5.95

แฟกเตอร์ที่ใช้คำนวณปริมาณโปรตีนสำหรับอาหารชนิดต่างๆ

อาหาร	แฟกเตอร์
ธัญพืช	
แป้งสาลีจากข้าวทั้งเมล็ด	5.83
มักกะโรและสปาเก็ตตี้	5.70
ข้าวเจ้าและผลิตภัณฑ์	5.95
ข้าวไรน์และผลิตภัณฑ์	5.83
ข้าวบาเลย์และผลิตภัณฑ์	5.83
นัทและเมล็ดพืช	
ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์	5.71
แอลมอนด์	5.18
บราซิลนัท	5.46
มะพร้าว	5.30
เมล็ดงา ทานตะวัน คำฝอย	5.30
และอื่นๆ	
นมและผลิตภัณฑ์	6.38
อาหารอื่นๆ	6.25

6. **การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น** (A.O.A.C., 1990)

. อุปกรณ์และเครื่องมือ

1) ตู้อบไฟฟ้า (hot air oven)
2) ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาปริมาณความชื้น (aluminium can/moisture can)
3) โถดูดความชื้น (desiccator)
4) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1) อบถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝา ในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 -105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง วางให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วนำไปอบซ้ำเป็นเวลา 30 นาที จนทราบน้ำหนักที่แน่นอน

2) ชั่งน้ำหนักให้ได้ตัวอย่างแน่นอนประมาณ 1 - 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมเกลี่ยตัวอย่างให้กระจาย

3) นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกมาวางให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักที่

แน่นอนชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.001 - 0.003 มิลลิกรัม แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W_1-W_2)\times 100}{W_2}$$

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

7. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1) เตาเผา (muffle furnace)
2) ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
3) โถดูดความชื้น (desiccator)
4) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1) เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 – 45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่โถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2) เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมงและกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งติดต่อกัน 2 ครั้ง ไม่เกิน 0.001 - 0.003 มิลลิกรัม

3) ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน (4 ตำแหน่ง) ประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่รู้น้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปเผาในตู้ดูดควันจนควันหมด แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส และกระทำซ้ำเช่นเดียวกันกับข้อ 1-2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

8. **การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน** (ดัดแปลงจาก A.O.A.C., 2000)

อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี

1) เครื่องวิเคราะห์ไขมัน
2) เครื่องทำความเย็น (cooling bath)
3) บีกเกอร์สาหรับวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (glass extraction beader)

4) หลอดใส่ตัวอย่าง (thimble)
5) ตู้อบไฟฟ้าทศนิยม 4 ตาแหน่ง
6) โถดูดความชื้น (desiccator)
7) ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีการวิเคราะห์

1) อบบีกเกอร์สาหรับวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก และทำซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ (ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.001-0.003 กรัม บันทึกน้ำหนักที่ได้

2) ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 1-2 กรัม ลงบนกระดาษกรอง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน แล้วห่อใส่ใน ทิมเบิล (thimble) นาทิมเบิลใส่ลงในลวดรองแล้ววางลงในบีกเกอร์สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

3) ประกอบบีกเกอร์เข้ากับตัวเครื่องวิเคราะห์ไขมัน ทำการสกัดเป็นเวลา 30 นาที และชะล้างเป็นเวลา 60 นาที

4) จากนั้นนำบีกเกอร์ไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที วาง บีกเกอร์ให้เย็นในโถดูดความชื้นหรือจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณปริมาณไขมัน ดังสมการ

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

9. การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ (DPPH scavenging activity method)ดัดแปลงจาก Fengiln (2004)

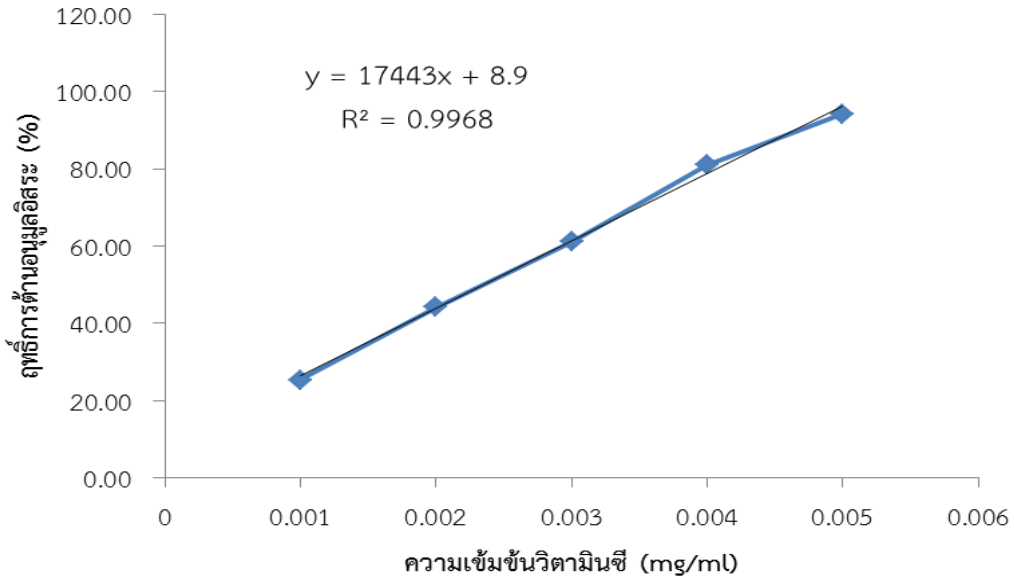
วิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระโดยนำสารสกัดแต่ละชนิดในเมทานอลที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน ปริมาตร 100 ไมโครลิตรแล้วเติมสารละลาย 1 mM DPPH ในเมทานอลปริมาตร 900 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันบ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืดนาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่ง ใส่เมทานอลเท่านั้นแทนสารสกัดเป็น blank และสารละลาย 10 mM ascorbic acid เป็น positive control การทดลองทำซ้ำ 3 ชุดการทดลอง นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดักจับอนุมูลอิสระ DPPH° จากสมการ

$$\% \text{ scavenging} = [(A_{control} - A_{sample}) / A_{control}] \times 100$$

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ

$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

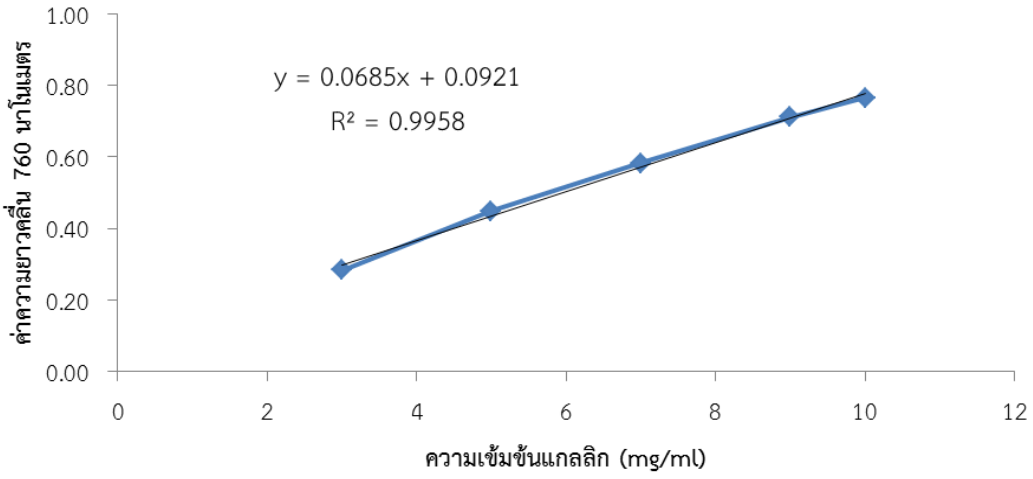
จากนั้นคำนวณหาค่า IC_{50} (ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถดักจับอนุมูลอิสระ DPPH° ได้ 50 เปอร์เซ็นต์) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง % scavenging กับความเข้มข้นของสารละลาย



กราฟมาตรฐานสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH scavenging activity

10. ปริมาณสารฟีนอลิก

วิเคราะห์ปริมาณของสารฟีนอลิกโดยดัดแปลงวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method ตามวิธีของ Wolfe *et al.*(2003) โดยนำตัวอย่างสารสกัดมา 125 ไมโครลิตร เติมลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นอยู่ 500 ไมโครลิตร แล้วเติม Folin-Ciocalteu reagent 125 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ในที่มืดนาน 6 นาที หลังจากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 7 ปริมาตร 1250 ไมโครลิตร และน้ำกลั่น 1000 ไมโครลิตร วางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 90 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก



กราฟมาตรฐานปริมาณของสารฟีนอลิก

11. **การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวม** (Dubois et al.1956)

สารเคมี

1. 5% phenol solution
2. Standard glucose solution

การเตรียมสารเคมี

1. 5% phenol solution เตรียมโดยชั่ง phenol ปริมาณ 5 กรัม ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
2. การเตรียม stock solution สารละลายกลูโคสมาตรฐาน โดยชั่ง glucose anhydrous มาจำนวน 0.01 กรัม ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะได้ stock solution เข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

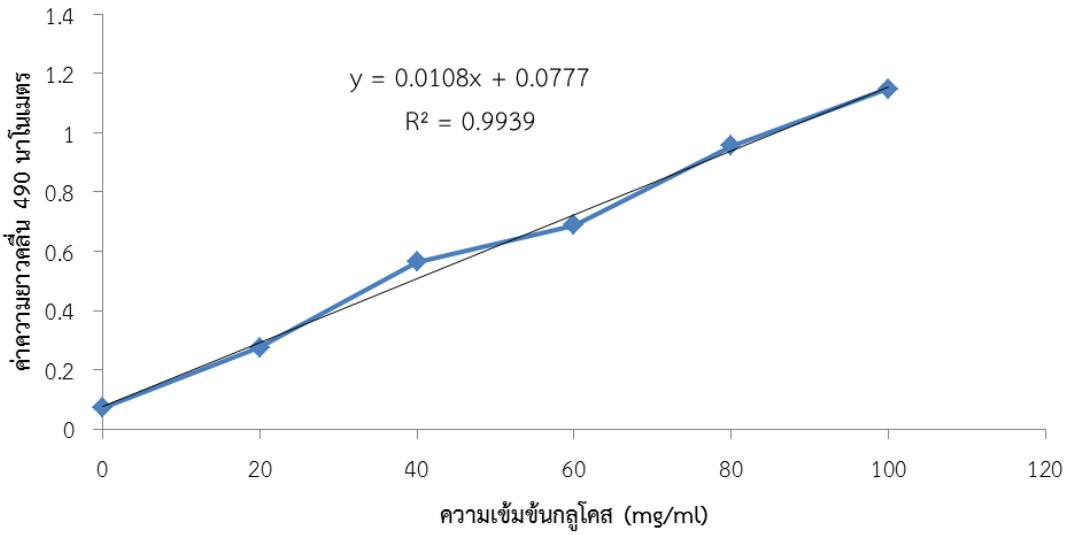
วิธีการทำ Standard Curve

1. ปิเปต stock solution มาจำนวน 0 , 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตรใส่หลอดทดลองแล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.0 , 0.8, 0.6 ,0.4, 0.2 และ 0 มิลลิลิตร จะได้สารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้น 0,20,40,60,80 และ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นมา 1.0 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่สะอาด
2. เติม 5% phenol solution ลงไป 1.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที
3. เติม Conc. H_2SO_4 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer จากนั้นนำไปวางไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ผสมด้วย vortex mixer อีกครั้ง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างเพื่อทำชุดควบคุม (blank) อ่านค่า Absorbance ของสารละลายกลูโคสมาตรฐาน นำค่า Absorbance ที่อ่านได้และความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสมาตรฐานมาทำ Standard Curve

วิธีการวิเคราะห์

1. เจือจางตัวอย่างให้มีปริมาณน้ำตาลอยู่ในช่วง 0-100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ดูดสารละลายแต่ละความเจือจางแล้ว ใส่หลอดทดลองหลอดละ 1 มิลลิลิตร
2. เติม 5% phenol solution ลงไป 1.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที
3. เติม Conc. H_2SO_4 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer จากนั้นนำไปวางไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ผสมด้วย vortex mixer อีกครั้ง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง

Spectrophotometer โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างเพื่อทำชุดควบคุม (blank) อ่านค่า Absorbance ของสารละลายกลูโคสมาตรฐาน นำค่า Absorbance ที่อ่านได้และความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสมาตรฐานมาทำ Standard Curve



กราฟมาตรฐานปริมาณน้ำตาลรวม

12. การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี ABTS ทำตามวิธี สุริสา และคณะ (2557)

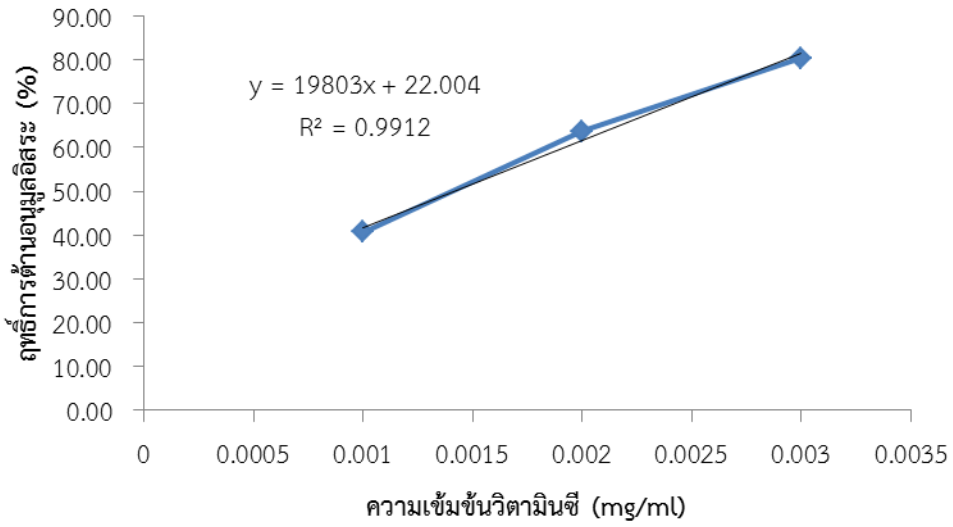
วิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระโดยนำสารสกัดแต่ละชนิดในเมทานอลที่มีความเข้มข้นที่ 200, 400, 600, 800, 1000 μg/ml อย่างละ 2 ml และละลาย Vitamin C เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานด้วยตัวทำละลายเมทานอล ให้มีความเข้มข้นที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 μg/ml อย่างละ 2 ml ผสมสารละลายตัวอย่างหรือสารมาตรฐาน ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และสารละลาย ABTS cation radical ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำสารผสมที่ได้เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง จากสูตร

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{control} - A_{sample}) / A_{control}] \times 100$$

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ

$A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

จากนั้นคำนวณหาค่า IC_{50} (ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถดักจับอนุมูลอิสระ DPPH° ได้ 50 เปอร์เซ็นต์) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง % scavenging กับความเข้มข้นของสารละลาย



กราฟมาตรฐานสารต้านอนุมูลอิสระ ABTS scavenging activity

13. การวิเคราะห์กรดไขมันอิสระ (A.O.A.C.Ca 5a-40)

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. แอลกอฮอล์ 95 %
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 นอร์มอล
   เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
3. ฟีนอล์ฟทาลีนเข้มข้น ร้อยละ 1 (ละลายในแอลกอฮอล์)

วิธีการวิเคราะห์

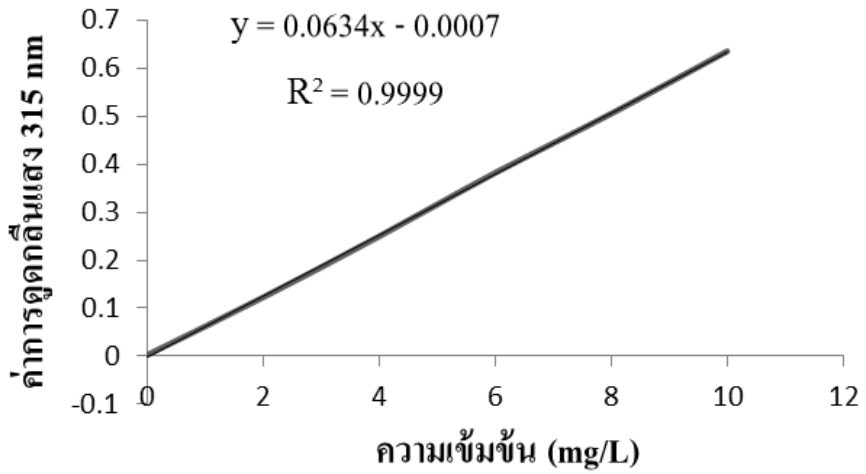
1. ชั่งตัวอย่างข้าวให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-10 กรัม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
2. เตรียมสารละลายแอลกอฮอล์ (ปรับสภาพให้เป็นกลาง) โดยหยดฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยด หยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยหยดทีละหยดพร้อมทั้งเขย่าจนได้สารสีชมพูถาวร
3. เติมแอลกอฮอล์ที่มีสภาพเป็นกลาง 50 ml ลงในตัวอย่าง เขย่าอย่างแรงให้ตัวอย่างละลายในแอลกอฮอล์
4. ไตเตรทสารละลายตัวอย่างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งได้สารสีชมพูถาวร
5. คำนวณปริมาณกรดไขมันอิสระจากสูตร
   % FFA = (ปริมาตรด่างที่ใช้ (ml) × ความเข้มข้น (นอร์มอล) × 25.6 /น้ำหนักตัวอย่าง (g)

14. **การวิเคราะห์หาแกมมาออไรซานอล (Perretti *et al*., 2003)**

วิธีการทดลอง

ชั่งตัวอย่าง 10 ±0.001 กรัม นำมาสกัดด้วยเอธานอลเข้มข้น 70% กรองด้วย Whatman No.1 นำสารสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง โรตารี่ อีเว็ปโปเรเตอร์ (Rotary Evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสและปรับปริมาตรด้วย ไอโซออคเทน (Isooctanc) (2,2,4-trimethylpentane) ปริมาตรรวมเท่ากับ 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแกมมาออไรซานอล ใช้วิธีดัดแปลงจากวิธีที่รายงานโดย Perretti *et al*., (2003) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 315 นาโนเมตร

การเตรียมกราฟแกมมาออไรซานอลมาตรฐาน ชั่งแกมมาออไรซานอล บริสุทธิ์ 99 เปอร์เซ็นต์ 5±0.001 มิลลิกรัม ละลายในไอโซออคเทน ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายใส่ในหลอดทดลอง หลอดละ 0 2 4 6 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากนั้นปรับปริมาตรด้วย Isooctane จนได้ปริมาตรรวม 25 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นของแกมมาออไรซานอลเท่ากับ 0 4 8 12 16 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 315 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นแกมมาออไรซานอล



กราฟมาตรฐานแกมมาออไรซานอล

15. การวิเคราะห์แอนโทไซยานิน

การสกัดสารพฤกษเคมี (ดัดแปลงจาก Abdel-Aal และ Hucl ,1990)

การสกัดสารตัวอย่าง โดยนำสารตัวอย่างผสมกับกรดไฮโดรคลอริก (ความเข้มข้น 1.0 N ในเมทานอล (85/15 : v/v) อัตราส่วน 1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) และปรับ pH เท่ากับ 1 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก (4.0 N) นำไปเขย่าที่ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และทำการกรอง นำสารสกัดมาหมุนเหวี่ยงที่ 3,461 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสที่ได้ไว้ในขวดสีชา การเก็บรักษาจะต้องเก็บไว้ ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะวิเคราะห์ครั้งต่อไป

การวิเคราะห์แอนโทไซยานิน (TAC) ใช้วิธีของ Abdel-Aal และ Hucl ,1990

นำสารสกัดตัวอย่างมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานิน ในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างน้ำหนักแห้ง ซึ่งคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$C = (A/\beta) \times (vol/1{,}000) \times MV \times (1/\text{น้ำหนักตัวอย่าง}) \times 10^6$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของแอนโทไซยานิน

A = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้

β = molar absorptivity (25,965)

vol = ปริมาตรทั้งหมดของสารสกัด

MV = มวลโมเลกุล (449)

ภาคผนวก ค

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบ

ผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....
ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....
คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยให้ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

9 = ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
8 = ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
7 = ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก
6 = ชอบน้อยที่สุด	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
5 = เฉยๆ ปัจจัย	

	คะแนนความชอบตัวอย่าง			
	.....	.....	.....	.....
การเกาะตัว	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
ความนุ่ม	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ก.	=	กรัม
กก.	=	กิโลกรัม
ชม.	=	ชั่วโมง
ซม.	=	เซนติเมตร
พ.ศ.	=	พุทธศักราช
มล.	=	มิลลิลิตร
มก./ก.	=	มิลลิกรัมต่อกรัม
มม.	=	มิลลิเมตร
%	=	เปอร์เซ็นต์
A	=	Absorbance
ABTS	=	2,2’–Azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)
ß	=	molar absorptivity
°C	=	องศาเซลเซียส
CRD	=	Analysis of Variance in Completely Randomized Design
DMRT	=	Duncan’s New multiple range test:
DPPH	=	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
GABA	=	gamma amino butyric acid
Kg	=	kilograms
N	=	Normal
Nm	=	nanometre
Mg/ml	=	milligrams / millilitre
Mg/kg	=	milliligrams/kilograms
µg/ml	=	micrograms/ milliliter
ppm.	=	parts per million
v/v	=	volume/volume
w/v	=	weight/volume