การวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสี ของข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช ในพื้นที่อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา

The determination of Magnesium, Phosphorus, Potassium, Copper and Zinc in Jasmine, Black Jasmine and Sungyod Korat Rices in Huai Thalaeng District, Nakhon Ratchasima Province

กมณชนก วงศ์สุขสิน[1]
Kamonchanok Wongsooksin[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสี ในข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช ในพื้นที่อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา โดยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี ผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$ ยกเว้นปริมาณทองแดง และสังกะสีที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ระหว่างพันธุ์ปลูก ฟอสฟอรัสมีปริมาณธาตุเฉลี่ยสูงสุด (341.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือ โพแทสเซียม (204.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมกนีเซียม (182.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สังกะสี (32.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และทองแดง (0.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบข้าวแต่ละพันธุ์พบว่า ข้าวหอมมะลิดำมีปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และทองแดงสูงที่สุด ส่วนข้าวสังข์หยดโคราชมีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ของข้าวพบว่า ในข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราชมีปริมาณธาตุสูงกว่าข้าวหอมมะลิ และยังพบว่า ข้าวหอมมะลิดำมีปริมาณธาตุสูงกว่าข้าวสังข์หยดโคราช การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าข้าวในพื้นที่อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา มีคุณสมบัติที่ดีในด้านของแร่ธาตุ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว และพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป จากผลการศึกษาร้อยละการได้กลับคืนมา พบว่า ร้อยละการได้กลับคืนมาอยู่ในช่วง 98.84 - 100.38 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับ และผลการศึกษาขีดจำกัดของการตรวจวัด พบว่า มีค่าต่ำกว่าปริมาณต่ำที่สุดของธาตุที่วิเคราะห์ได้ แสดงว่า การวิเคราะห์ปริมาณธาตุหลักและธาตุรองด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์มีความถูกต้อง และมีความแม่นยำสูง

คำสำคัญ: ธาตุ ข้าว อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี

[1] สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 30000
[1] Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. 30000

Abstract

The aim of this research was to determine of Magnesium, Phosphorus, Potassium, Copper and Zinc in Jasmine, black Jasmine and Sungyod Korat rices from Huai Thalaeng district, Nakhon Ratchasima province by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) techniques. The results revealed that the content of Magnesium, Phosphorus and Potassium showed significant difference ($p \leq 0.05$), except the content of Copper and Zinc had no significant difference ($p \leq 0.05$) among rice cultivars. Studies showed that average Phosphorus content was highest (341.71 mg/kg) followed by Potassium (204.30 mg/kg), Magnesium (182.24 mg/kg), Zinc (32.47 mg/kg) and Copper (0.84 mg/kg), respectively. Among rice cultivars, black Jasmine rice showed the highest content of Magnesium, Phosphorus, Potassium and Copper, while the Sungyod Korat rice exhibited the highest content of Zinc. Color rice cultivars include; black Jasmine and Sungyod Korat rice contained higher content of elements than Jasmine rice. In addition, it was found that black Jasmine rice possessed higher content of elements than Sungyod Korat rice. This study indicated that rice cultivars in Huai Thalaeng district, Nakhon Ratchasima province contain various mineral elements which could be used for rice breeding and further product development. The recoveries percentage of elements were in the range of 98.84 - 100.38, which is acceptable. Limit of detection of elements were lower than the lowest of amount of elements detected. These results showed the accuracy and precision of the determination of major and trace elements by using atomic absorption spectrophotometer.

Keywords: elements, rice, Atomic Absorption Spectrophotometry

บทนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่มนุษย์ส่วนใหญ่นิยมบริโภคเป็นอาหารหลัก และข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากข้าวและผลิตภัณฑ์ของข้าวเป็นสินค้าส่งออกเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 18.55 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าภาคการเกษตรที่สำคัญ 10 อันดับของประเทศไทย (สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า, 2554) ซึ่งพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกมี 2 ชนิด คือ ข้าว *Oryza sativa* ปลูกในทวีปเอเชีย และ *Oryza glaberrima* ปลูกในทวีปแอฟริกา แต่ข้าวที่จำหน่ายในตลาดโลกเกือบทั้งหมดเป็นข้าวที่ปลูกจากทวีปเอเชีย ประเทศต่าง ๆ ในโลกต่างก็มีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวใหม่ เพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกข้าว และวิธีการปลูกข้าวเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น สำหรับข้าวที่ปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์ข้าวเมล็ดยาว คือ ข้าวอินดิกา แต่ประกอบด้วยหลายพันธุ์ทั้งที่เป็นข้าวป่า ข้าวที่มีการพัฒนาขึ้นใหม่ และข้าวพันธุ์พื้นเมืองซึ่งมีอยู่ประมาณ 3,500 พันธุ์ แต่ข้าวพันธุ์ที่สร้างชื่อเสียงให้กับประเทศไทยมากที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิ (ทรงเชาว์, 2545) คนไทยบริโภคข้าวกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของข้าวมีหลายเกณฑ์ แต่ถ้าแบ่งตามชนิดของแป้งจะแบ่งข้าวออกเป็น 2 ชนิด คือ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว (จรัญจิต และสุวัฒน์, 2552) นอกจากการบริโภคโดยตรงแล้วยังมีการนำข้าวมาแปรรูปเป็นแป้ง เส้นก๋วยเตี๋ยว ของหวานชนิดต่าง ๆ และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เวชสำอางต่าง ๆ เช่น ครีม เจล และโลชั่น เป็นต้น ในข้าวจะอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน ใยอาหาร ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณแตกต่างกันออกไปอันเป็นผลมาจากพันธุ์ข้าว สภาวะการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง และข้าวสาร (อรอนงค์, 2550) แร่ธาตุ คือ สารประกอบ อนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของ

อาหารส่วนที่เหลือเป็นเถ้าหลังจากการเผาไหม้สารอินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อเยื่อพืช และสัตว์ ร่างกายมนุษย์ต้องการแร่ธาตุแต่ละชนิดแตกต่างกันแร่ธาตุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แร่ธาตุหลัก คือ แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณมากโดยที่ร่างกายมีความต้องการ ในหนึ่งวันมากกว่า 100 มิลลิกรัมขึ้นไป ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแร่ธาตุรอง คือ แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยโดยที่ร่างกายมีความต้องการในหนึ่งวันน้อยกว่า 100 มิลลิกรัมต่อวัน แต่ถึงแม้ร่างกายจะต้องการแร่ธาตุประเภทนี้ในปริมาณน้อยแต่ก็ใช่ว่าจะไม่มีความสำคัญ ซึ่งแร่ธาตุในกลุ่มนี้ได้แก่ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ซีลีเนียม และสังกะสี (วรนันท์, 2538) โดยที่แร่ธาตุดังกล่าวมีความสำคัญต่อร่างกายของมนุษย์ดังนี้ แมกนีเซียมควบคุมการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ ฟอสฟอรัสร่วมกับแคลเซียมในการสร้างกระดูกและฟัน (สมศักดิ์, 2547) โพแทสเซียมช่วยควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกายและช่วยทำให้หัวใจเต้นเป็นปกติ ทองแดงช่วยเปลี่ยนเหล็กให้เป็นฮีโมโกลบินซึ่งเป็นองค์ประกอบของเม็ดเลือดแดง และสังกะสีช่วยยับยั้งการเจริญ ของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก เป็นต้น ในปัจจุบันกระแสความนิยมการบริโภคข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพื่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะข้าวมีสี จากรายงานการวิจัยพบว่า ในข้าวที่มีสีจะอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาว (ประสิทธิ์, 2553) ข้าวมีสีส่วนใหญ่จะเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองและมีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวหอมมะลิดำ (สีม่วง) และข้าวสังข์หยดโคราช (สีน้ำตาล) ซึ่งในข้าวแต่ละสายพันธุ์ก็จะเป็นแหล่งของแร่ธาตุหลักแร่ธาตุรองและสารอาหารอื่น ๆ ที่มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันออกไปตามสายพันธุ์ของข้าว

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีในข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช ในพื้นที่อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา

วิธีการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช จากกลุ่มเกษตรกรบ้านหัวสะพาน ตำบลหินดาด อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา

2. การเตรียมตัวอย่าง

บดตัวอย่างข้าวให้ละเอียด ร่อนข้าวด้วยตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร และนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จากนั้นชั่งน้ำหนักและทำการย่อยด้วยกรดผสมระหว่างกรดไนตริกเข้มข้นต่อกรดเปอร์คลอริก เข้มข้นในอัตราส่วน (9 : 4) จะได้สารละลายตัวอย่างข้าว

3.การวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีในสารละลายตัวอย่างข้าว โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

3.1เตรียมสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 0.00 0.05 0.10 0.50 1.00 5.00 และ 10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นละ 25.00 มิลลิลิตร นำสารละลายมาตรฐานไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 285.2 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พ-ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และเขียนกราฟมาตรฐานของแมกนีเซียม

3.2นำสารละลายตัวอย่างข้าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 285.2 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างข้าวไปเทียบหาปริมาณแมกนีเซียมจากกราฟมาตรฐาน

หมายเหตุ

ก. แต่ละตัวอย่างทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

ข. สำหรับการวิเคราะห์ธาตุชนิดอื่น ๆ ก็ทำได้ในทำนองเดียวกัน โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานและความยาวคลื่นที่ใช้วัดค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานและความยาวคลื่นที่ใช้วัดค่าการดูดกลืนแสง

ธาตุ	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ฟอสฟอรัส	0.00 0.05 0.10 0.50 1.00 5.00 และ 10.00	213.6
โพแทสเซียม	0.00 0.40 0.60 0.80 1.00 3.00 5.00 และ 10.00	766.5
ทองแดง	0.00 0.01 0.02 0.05 0.10 0.50 และ 1.00	324.8
สังกะสี	0.00 0.10 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 และ 1.20	213.9

4. การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยการศึกษาร้อยละการได้กลับคืน (%Recovery) และขีดจำกัดของการตรวจวัด (Limit of detection)

4.1การศึกษาร้อยละการได้กลับคืนมา ในการศึกษาร้อยละการได้กลับคืนมาจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด คือ ชุด A สารละลายตัวอย่างข้าว ชุด B สารละลายตัวอย่างข้าว และสารละลายมาตรฐาน และชุด C สารละลายมาตรฐาน วิเคราะห์สารละลายทั้ง 3 ชุดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบหาปริมาณธาตุจากกราฟมาตรฐาน และคำนวณร้อยละการได้กลับคืนมา

หมายเหตุ แต่ละตัวอย่างทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

4.2การศึกษาขีดจำกัดของการตรวจวัด โดยเตรียมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้นร้อยละ 4.00 โดยปริมาตรจำนวน 10 ขวด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่นของแต่ละธาตุด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณขีดจำกัดของการตรวจวัดจากค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD)

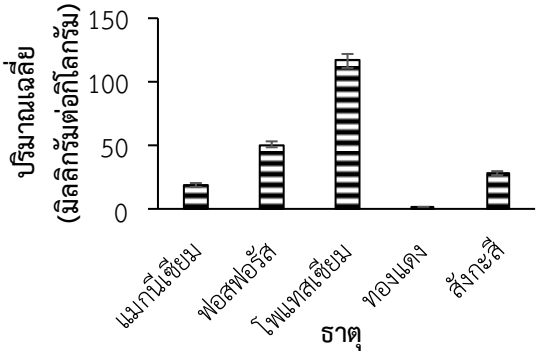
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ในหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมข้าวดิบ และใช้ Analysis of variance (ANOVA) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มโดยใช้ one way ANOVA ในการวิเคราะห์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติกำหนดที่ $p \leq 0.05$

ผลการวิจัย

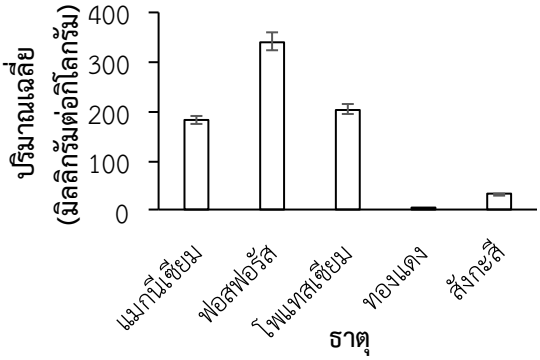
1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีในตัวอย่างข้าว

ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีของข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช แสดงดังภาพที่ 1 - 3



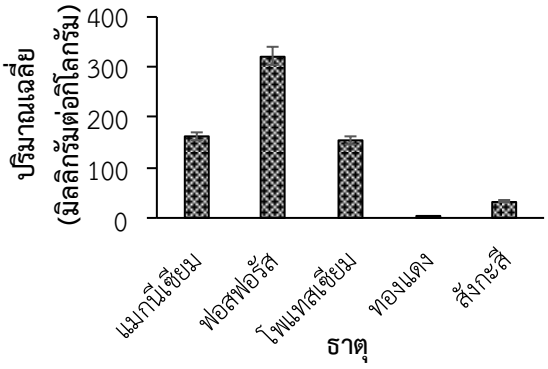
ภาพที่ 1 ปริมาณธาตุเฉลี่ยของข้าวหอมมะลิ

จากภาพที่ 1 พบว่า ในข้าวหอมมะลิมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดคือ 116.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนทองแดงมีปริมาณต่ำที่สุดคือ 0.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

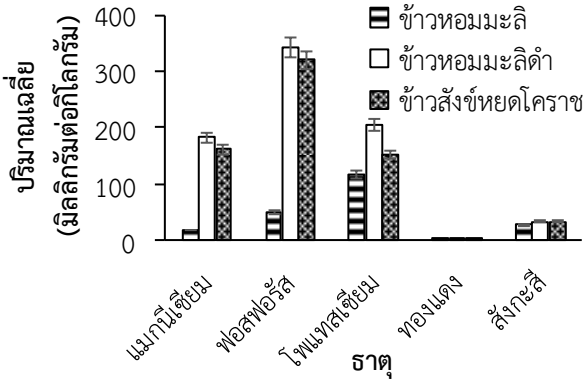


ภาพที่ 2 ปริมาณธาตุเฉลี่ยของข้าวหอมมะลิดำ

จากภาพที่ 2 พบว่า ในข้าวหอมมะลิดำมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 341.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนทองแดงมีปริมาณต่ำที่สุดคือ 0.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 3 ปริมาณธาตุเฉลี่ยของข้าวสังข์หยดโคราช



ภาพที่ 4 ปริมาณธาตุเฉลี่ยของข้าวหอมมะลิข้าว หอมมะลิ-ดำ และข้าวสังข์หยดโคราช

จากภาพที่ 3 พบว่า ในข้าวสังข์หยดโคราชมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 321.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนทองแดงมีปริมาณต่ำที่สุดคือ 0.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อนำปริมาณเฉลี่ยของแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีของข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราชมาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 4

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุเฉลี่ยของข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช

ธาตุ	พันธุ์ข้าว		
	ข้าวหอมมะลิ	ข้าวหอมมะลิดำ	ข้าวสังข์หยดโคราช
แมกนีเซียม	18.63±0.25[c]	182.24±0.12[a]	161.44±0.31[b]
ฟอสฟอรัส	50.13±1.07[c]	341.71±0.27[a]	321.42±0.30[b]
โพแทสเซียม	116.62±3.45[c]	204.30±3.80[a]	152.47±2.61[b]
ทองแดง	0.82±0.03	0.87±0.02	0.76±0.02
สังกะสี	28.07±0.70	32.43±0.99	32.47±0.07

หมายเหตุ ปริมาณธาตุเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย±SD)

[a - c] บ่งบอกถึงความแตกต่างกันของปริมาณธาตุเฉลี่ยในตัวอย่างข้าวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p=0.05

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีในข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช ในพื้นที่อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี พบว่า ข้าวหอมมะลิดำมีปริมาณแมกนีเซียม (182.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัส (341.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียม (204.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และทองแดง (0.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงที่สุด ส่วนข้าวสังข์หยดโคราชมีปริมาณสังกะสี (32.47มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงที่สุด ในข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราชมีปริมาณแมกนีเซียม 18.63 182.24 และ 161.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ฟอสฟอรัส 50.13 341.71 และ 321.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โพแทสเซียม 116.62 204.30 และ 152.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ทองแดง 0.82 0.87 และ 0.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และสังกะสี 28.07 32.43 และ 32.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในข้าวอุดมไปด้วยแร่ธาตุ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติโดยใช้การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในตัวอย่างข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราชมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$ ยกเว้นปริมาณทองแดง และสังกะสีที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ของข้าวพบว่า ในข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราชมีปริมาณธาตุสูงกว่าข้าวหอมมะลิ และถ้าเปรียบเทียบเฉพาะพันธุ์ของข้าวที่มีสีพบว่า ข้าวหอมมะลิดำจะมีปริมาณธาตุเฉลี่ยสูงกว่าข้าวสังข์หยดโคราช

2. ผลการศึกษาร้อยละการได้กลับคืนมา

ผลการศึกษาร้อยละการได้กลับคืนมาของแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีของข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช พบว่า ร้อยละการได้กลับคืนมาของแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีของข้าวหอมมะลิ คือ 99.97 99.44 99.39 99.62 และ 99.33 ตามลำดับ ของข้าวหอมมะลิดำ คือ 99.80 99.81 100.01 98.84 และ 99.98 ตามลำดับ และข้าวสังข์หยดโคราช คือ 99.34 99.88 99.29 100.38 และ 99.84 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เพราะมีร้อยละการได้กลับคืนเฉลี่ยมาอยู่ในช่วง 100 ± 10 (ดวงกมล และคณะ. 2550)

3. ผลการศึกษาขีดจำกัดของการตรวจวัด

ผลการศึกษาขีดจำกัดของการตรวจวัดของแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสี พบว่า ขีดจำกัดของการตรวจวัดธาตุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์มีค่าอยู่ในช่วง 0.0001 - 0.0033 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าปริมาณต่ำที่สุดของธาตุที่วิเคราะห์ได้ แสดงว่า การวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์มีความถูกต้อง และมีความแม่นยำสูง

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช ในพื้นที่อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา อุดมไปด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งจะมีปริมาณของแร่ธาตุแตกต่างกันออกไปตามสายพันธุ์ของข้าว โดยจากผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในตัวอย่างข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราชมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$ ยกเว้นปริมาณทองแดง และสังกะสีที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ และเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ของข้าวพบว่า ในข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราชมีปริมาณธาตุสูงกว่าข้าวหอมมะลิซึ่งสอดคล้องรายงาน การวิจัยที่ว่า ในข้าวที่มีสีจะอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประสิทธิ์ (2553) ที่ศึกษาโภชนาการของข้าวและนวัตกรรมการใช้ประโยชน์พบว่า ในข้าวมีสี (สีแดงและสีม่วง) มีปริมาณสังกะสีสูงกว่าข้าวขาวขัดสี และถ้าเปรียบเทียบเฉพาะพันธุ์ของข้าวที่มีสีพบว่า ข้าวหอมมะลิดำจะมีปริมาณธาตุเฉลี่ยสูงกว่า ข้าวสังข์หยดโคราช ปัจจัยที่มีผลทำให้ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณแร่ธาตุแตกต่างกันออกไปได้แก่ พันธุ์ข้าว สภาวะการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องและข้าวสาร (อรอนงค์, 2550) โดยปริมาณของแคลเซียม โซเดียม และโพแทสเซียมได้รับผลกระทบจากสายพันธุ์ ส่วนปริมาณของทองแดง เหล็ก และสังกะสีได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม (Huang et al., 2016; Jiang et al., 2007) และอาจมีผลกระทบมาจากกระบวนการขนส่งของแร่ธาตุ (Clemens, 2001; Ghandilyan et al., 2009) และสภาพภูมิอากาศ (Du et al., 2013) เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่าข้าวพื้นเมืองมีคุณสมบัติที่ดีในด้านของแร่ธาตุ จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ประชาชนหันมาบริโภคข้าวที่มีสีเพื่อสุขภาพที่ดีในอนาคต หรือพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเสริมสร้างรายได้ให้กับชุมชน และประเทศต่อไป และสามารถใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าว เพื่อปรับปรุงให้ได้ข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูง

จากผลการศึกษาร้อยละการได้กลับคืนมา พบว่า ร้อยละการได้กลับคืนมาอยู่ในช่วง 98.84 - 100.38 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เพราะมีร้อยละการได้กลับคืนเฉลี่ยมาอยู่ในช่วง 100 ± 10 (ดวงกมล และคณะ, 2550) และผลการศึกษาขีดจำกัดของการตรวจวัด พบว่า มีค่าต่ำกว่าปริมาณต่ำที่สุดของธาตุที่วิเคราะห์ได้ แสดงว่า การวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทองแดง และสังกะสีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์มีความถูกต้อง และมีความแม่นยำสูง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาปริมาณแร่ธาตุชนิดอื่น ๆ ในข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิดำ และข้าวสังข์หยดโคราช
2. ควรมีการศึกษาปริมาณแร่ธาตุในข้าวพื้นเมืองของจังหวัดอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จรัญจิต เพ็งรัตน์ และสุวัฒน์ เจียระคงมั่น. 2552. ข้าวเหนียวดำหลากประโยชน์หลายแนวคิดเสริมเศรษฐกิจไทยสู่สากล.ใน: การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2552 โรงแรมซีบรีช จอมเทียนรีสอร์ท พัทยา 9-11 มิถุนายน 2552. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

ดวงกมล รุฬห์อุดมผล ไพศาล จิตธรรม และเสาวนีย์ กาญจนชุมพล. 2550. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ. ค้นเมื่อ 16มิถุนายน 2559, จาก http://old.nimt.or.th/nimt/uploadcontentfile/attach-labarticle-516-443.pdf.

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์. 2545. เอกสารคำสอนเรื่องข้าว. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์. 2553. โภชนาการของข้าวและนวัตกรรมการใช้ประโยชน์.วารสารคลินิกอาหารและโภชนาการ.4(1), 32 - 40.

วรนันท์ ศุภพิพัฒน์. 2538. อาหารโภชนาการและสารเป็นพิษ. กรุงเทพมหานคร : แสงการพิมพ์.

สมศักดิ์ วรคามิน. 2547. มหัศจรรย์ แมกนีเซียม. กรุงเทพมหานคร : บริษัท สามเจริญพาณิชย์ จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า. 2554. การผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญของโลก 10 อันดับแรก. ค้นเมื่อ16 มิถุนายน 2559, จาก http://www.aft.or.th/itc/uploads-/documents/Case_study_of_cassava.pdf

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์.

Clemens, S. 2001. Molecular mechanisms of plant metal tolerance and homeostasis. Planta. 212(4), 475–486.

Du, J., D. Zeng, B. Wang, Q. Qian, S. Zheng, and H.-Q. Ling. 2013. Environmental effects on mineral accumulation in rice grains and identification of ecological specific QTLs. Environmental geochemistry and health. 35(2), 161–170.

Ghandilyan, A., N. Ilk, C. Hanhart, M. Mbengue, L. Barboza, H. Schat, M. Koornneef, M. El-Lithy, D. Vreugdenhil, and M. Reymond. 2009. A strong effect of growth medium and organ type on the identification of QTLs for phytate and mineral concentrations in three Arabidopsis thaliana RIL populations. Journal of Experimental Botany. 60(5), 1409–1425.

Huang, Y., C. Tong, F. Xu, Y. Chen, C. Zhang, and J. Bao. 2016. Variation in mineral elements in grains of 20 brown rice accessions in two environments. Food chemistry. 192, 873–878.

Jiang, S.L., J.G. Wu, Y. Feng, X.E. Yang, and C.H. Shi. 2007. Correlation analysis of mineral element contents and quality traits in milled rice (*Oryza stavia* L.). Journal of agricultural and food chemistry. 55(23), 9608–9613.