ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวป่าสามัญ ข้าวพันธุ์ปลูก และข้าวไร่

Concentration of total phosphorus in grain of common wild rice, cultivated rice and upland rice

ฐิรชญา ศรีนาทม[1], ชลธิชา ยวงใย[1], จักรชัย กาญจนสมศักดิ์[1], ยุภา ปู่แตงอ่อน[1] และ พรรณธิภา ณ เชียงใหม่[1*]

Thirachaya Srinathom[1], Chonthicha Youngyai[1], Jakkachai Kanchansomsak[1], Yupa Pootaeng-on[1] and Pantipa Na Chiangmai[1*]

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินความแปรปรวนการสะสมของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว โดยแบ่งการศึกษาเป็นสองการทดลอง การทดลองที่หนึ่งทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวป่าสามัญ ข้าวพันธุ์ปลูก และข้าวไร่ บางพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกที่จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการศึกษาทั้งในข้าวเปลือก และข้าวกล้อง การทดลองที่สองได้แก่การวิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวกล้องที่มีการรวบรวมเมล็ดจากพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น (HK) จังหวัดเชียงราย และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแกน้อย (KN) จังหวัดเชียงใหม่ โดยทั้งสองการทดลองทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ผลการศึกษาในการทดลองที่หนึ่งพบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวเปลือกสูงกว่าเมล็ดข้าวกล้องในข้าวทุกพันธุ์ โดยความแตกต่างของความเข้มข้นฟอสฟอรัสในข้าวทั้งสองรูปแบบประมาณ 0.1%gP และพันธุ์ข้าวที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงที่สุด ได้แก่ พันธุ์ปทุมธานี1 R68144 ข้าวไร่พันธุ์ซิวแม่จัน และข้าวป่าสามัญอายุปลูกหนึ่งปี การทดลองที่สองพบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวกล้องของทั้งกลุ่ม HK และกลุ่ม KN มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันแต่พบความแปรปรวนในข้าวแต่ละกลุ่มซึ่งเป็นผลมาจากความแปรปรวนทั้งทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: ฟอสฟอรัส, ความแปรปรวนทางพันธุกรรม, ข้าวพันธุ์ปลูก, ข้าวป่าสามัญ, ข้าวไร่

Abstract: The purpose of this study was to evaluate the variation on phosphorus concentration in rice grain. The study composed with two experiments, the first experiment was to analyzed the phosphorus concentration both in husk rice and brown rice in some varieties of common wild rice, cultivated rice and upland rice harvested in Phetchaburi. The second experiment subjected to analyze the phosphorus concentration in brown rice collected from the area of Hui-namkhun Royal Project Development Center (HK), Chiangrai and the area of Kaenoi Royal Project Development Center (KN), Chiang Mai. Both experiments were provided in Completely Randomized Design with 3 replications. The results from first experiment showed a higher phosphorus percentage values accumulated in husk rice than brown rice for 0.1%g P in all rice varieties. Prathum Thani1, IR68144, Sew Mae Jan and annual common wild rice were highest on phosphorus concentration values. In the second experiment the average of phosphorus percentages values in brown rice collected from Hui-namkhun was not different from those which collected from Kaenoi Royal Project Development Center. Variation of varieties within locations were affected by genetic and envrironment. The variation was presented in each group effect from both of genetically and environment variations.
Keywords: phosphorus, genetic variation, cultivated rice, common wild rice, upland rice

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร เพชรบุรี 76120

Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi, 76120, Thailand.

[*] Corresponding author: pantipa@su.ac.th

บทนำ

การศึกษาการปรับตัวของข้าวต่อสภาวะการขาดแคลนธาตุอาหารพืชนับเป็นหัวข้อที่น่าสนใจโดยเฉพาะฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญเช่นเดียวกับไนโตรเจนและโพแทสเซียมในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (Parish, 1993; Batten et al., 1995) ขณะเดียวกันเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต (Batten, 1992) ส่วนของพืชที่สะสมธาตุฟอสฟอรัสจากดินสูงคือส่วนของเมล็ดซึ่งประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในส่วนของพืชที่สามารถนำมาใช้ได้นั้นบ่งชี้ได้จากสัดส่วนของผลผลิตเมล็ดต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในเมล็ดหรือบ่งชี้จากสัดส่วนของผลผลิตเมล็ดต่อฟอสฟอรัสที่ส่วนต้น (Batten, 1992) สำหรับฟอสฟอรัสที่สามารถดูดซับได้โดยพืชจะอยู่ในรูป orthophosphate (Pi, inorganic phosphate) โครงการวิจัยนี้นอกจากจะมุ่งเน้นศึกษาให้เห็นความสามารถของตัวอย่างพันธุ์ข้าวที่มีการปลูกและมีการใช้ประโยชน์ในปัจจุบันทั้งพันธุ์ข้าวนาน้ำขัง พันธุ์ข้าวไร่และข้าวป่า ในการสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดแล้ว การทราบข้อมูลพื้นฐานของปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวเมื่อนำไปรวมกับการศึกษาเพิ่มเติมถึงสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สามารถเป็นประโยชน์ได้โดยตรงต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต จะสามารถใช้เป็นลักษณะคัดเลือกสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อการใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสในข้าว อันเป็นการลดปัญหาการไม่สามารถใช้ขาดธาตุอาหารจากการบริโภคข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1

เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวจากสภาพปลูกที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยเป็นกลุ่มตัวอย่างเมล็ดที่ได้จากการปลูกในสภาพแวดล้อม และการจัดการเดียวกัน ได้แก่ ข้าวพันธุ์ปลูกนาน้ำขัง และข้าวไร่ (*Oryza sativa* L.) จำนวน 16 พันธุ์ และ ข้าวป่าสามัญอายุหนึ่งปี (*Oryza rufipogon*) จำนวน 1 ชนิด โดยข้าวพันธุ์ปลูก และข้าวไร่ จำนวน 16 พันธุ์นี้แบ่งได้เป็น ข้าวพันธุ์ปลูกนาน้ำขังประเภทไม่ไวแสง จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กข4 (RD4) กข7 (RD7) กข10 (RD10) ชัยนาท 1 (Chainat 1) ปทุมธานี 1 (Prathum Thani1) สกลนคร (Sakon Nakhon) และสุพรรณบุรี 1 (Supan Buri1) ข้าวในกลุ่มไวแสง จำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) IR68144 ข้าวเหลือง (Khaow Leuaung) เหนียวอุบล (Niaw Ubon 1) ข้าวนก (Khaow Nok) กข 6 (RD6) กำดอยสะเก็ด (Kum Doisaket) และ เหมยนอง (Muey Nawng) และข้าวไร่จำนวน 1 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ซิวแม่จัน (Sew Mae Jan) นำเมล็ดข้าวทั้งหมดมาทำการปลูกที่จังหวัดเพชรบุรีภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน แล้วนำเมล็ดที่ได้มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมในเมล็ดข้าวทั้งในของข้าวเปลือก และข้าวกล้อง โดยทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมด้วยวิธี Spectrophotometry

การทดลองที่ 2

รวบรวมตัวอย่างข้าวไร่จาก 2 แหล่ง ได้แก่ กลุ่มข้าวที่รวบรวมได้จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย (HK) จำนวน 30 หมายเลข และ กลุ่มข้าวที่รวบรวมได้จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแกน้อย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ (KN) จำนวน 21 หมายเลข โดยแต่ละหมายเลข หมายถึง การรวบรวมมาจากเกษตรกรแต่ละราย เพื่อนำมาตรวจหาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมในเมล็ดข้าวกล้อง

การทดลองทั้งสองการทดลองดำเนินการตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 โดยใช้แผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) จากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ในการทดลองที่ 1 และ Fisher's LSD (Least Significant Difference) ในการทดลองที่ 2

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

ผลการศึกษาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวกล้องของข้าวป่าสามัญอายุหนึ่งปี ข้าวพันธุ์ปลูก และข้าวไร่ พบว่าชนิดของข้าวมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสแตกต่างกัน โดยกลุ่มของเมล็ดข้าวกล้อง (brown rice) มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำกว่าที่พบในเมล็ดข้าวเปลือก (husk rice) นอกจากนั้นยังพบความแตกต่างระหว่างข้าวต่างพันธุกรรมด้วยเช่นเดียวกัน **(Table 1)**

การศึกษาฟอสฟอรัสที่พบในเมล็ดข้าวนอกจากเป็นคุณสมบัติประจำพันธุ์ในการสะสมฟอสฟอรัสแล้ว ยังสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้หนึ่งของการใช้ธาตุฟอสฟอรัสจากปุ๋ยที่ใส่ในการเกษตร (Lott et al., 2000)

Table 1 Total phosphorus percentage in rice grain.

Rice varieties	% g P in rice grain		Means
	Brown rice	Husk rice	
---------- *Oryza sativa* L. (Lowland rice varieties) ----------			
RD4	0.266 ± 0.00	0.342 ± 0.04	0.304 fg
RD6	0.242 ± 0.00	0.327 ± 0.03	0.298 fg
RD7	0.279 ± 0.01	0.370 ± 0.02	0.324 cdef
RD10	0.300 ± 0.05	0.387 ± 0.01	0.344 cd
Chainat1	0.258 ± 0.01	0.346 ± 0.01	0.302 fg
Prathum Thani1	0.344 ± 0.04	0.441 ± 0.00	0.393 a
Sakon Nakhon	0.288 ± 0.00	0.390 ± 0.02	0.339 cde
Supan Buri1	0.243 ± 0.00	0.324 ± 0.01	0.284 g
KDML105[1/]	0.280 ± 0.00	0.343 ± 0.05	0.322 def
IR68144	0.334 ± 0.04	0.432 ± 0.02	0.383 ab
Khaow Leuaung	0.300 ± 0.01	0.377 ± 0.03	0.338 cde
Niaw Ubon 1	0.267 ± 0.01	0.368 ± 0.01	0.317 defg
Khaow Nok	0.272 ± 0.02	0.347 ± 0.03	0.309 efg
Kum Doisaket	0.296 ± 0.00	0.385 ± 0.01	0.340 cde
Muey Nawng	0.258 ± 0.00	0.365 ± 0.00	0.312 defg
---------- *Oryza sativa* L. (photo period sensitive upland rice variety) ----------			
Sew Mae Jan	0.330 ± 0.03	0.438 ± 0.01	0.384 ab
---------- *Oryza rufipogon* (photo period sensitive annual wild rice speices) ----------			
Oryza rufipogon	0.296 ± 0.04	0.418 ± 0.00	0.357 bc
Means	0.287 b	0.376 a	

[1/] KDML105 = Khao Dawk Mali 105

จากข้อมูลผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวกล้องและเมล็ดข้าวเปลือกที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่าธาตุฟอสฟอรัสนั้นมีบางส่วนที่มีการสะสมอยู่ที่เปลือก ประมาณ 0.100 %gP ซึ่งนับว่ามีความเข้มข้นสูงเนื่องจากเปลือกข้าวมีน้ำหนักน้อย **(Table 1)** จากรายงานความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว พบว่า ในข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าในข้าวสาร ขณะที่รำข้าวมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงที่สุดซึ่งการที่พบว่าในข้าวสารมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสลดลงจากข้าวเปลือก และข้าวกล้อง แสดงว่าฟอสฟอรัสอยู่ในส่วนเปลือก เยื่อหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรน และคัพภะ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในรำข้าวสูงมาก เพราะฉะนั้นรำข้าวจึงเป็นแหล่งฟอสฟอรัสที่ดีที่สุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องและข้าวสาร ตามลำดับ (Juliano, 1993) โดยพบความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงในรำข้าว (rice bran) (1.782 %gP) และรำข้าวสาลี (wheat bran) (1.096 %gP) (Selle and Ravindran, 2007)

จากผลการวิเคราะห์พบว่าเมล็ดข้าวเปลือก พันธุ์ปทุมธานี1 ข้าวไร่พันธุ์ชิวแม่จัน IR68144 และ ข้าวป่าสามัญอายุปลูกหนึ่งปีมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงสุด (0.441, 0.438, 0.432 and 0.418 %gP) **(Table 1)** ตามลำดับ ซึ่งการที่เมล็ดข้าวของพันธุ์ดังกล่าวมีความเข้มข้นสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ นั้น อาจเป็นผลมาจากความสามารถในการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสและ/หรือ มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสไปยังเมล็ดได้สูงกว่า อย่างไรก็ตามพบว่าเมล็ดข้าวเปลือกที่มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่ำสุดในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงกว่า 0.300 %gP สำหรับพันธุ์ที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำที่สุด ได้แก่ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 (0.324 %gP) ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดมีความแตกต่างในพืชแต่ละชนิด เป็นผลเนื่องมาจากหลายปัจจัย รวมทั้งปัจจัยของพันธุกรรม (Miller et al., 1980; Batten, 1994; Ockenden et al., 1997)

ผลจากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวพันธุกรรมต่าง ๆ ทำการปลูกทดสอบที่จังหวัดเพชรบุรีในช่วงเวลาเดียวกัน ด้วยกรรมวิธีการดูแลแบบเดียวกันจึงถือเป็นการจำกัดปัจจัยของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การสะสมฟอสฟอรัสในการศึกษาครั้งนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นผลมาจากพันธุกรรม รวมทั้งกับปฏิกิริยาร่วมระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม สำหรับข้าวพันธุ์ปลูก ปทุมธานี1 มีการสะสมฟอสฟอรัสสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ ทั้งในผลการวิเคราะห์ของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ขณะที่ข้าวไร่ชิวแม่จัน และข้าวป่าสามัญอายุหนึ่งปีมีการสะสมฟอสฟอรัสสูงในข้าวเปลือก แต่มีค่าไม่แตกต่างกับข้าวพันธุ์อื่นๆ ในข้าวกล้อง

ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ได้จากการศึกษาเมล็ดข้าวเปลือก (0.376 % gP) มีค่าสูงกว่าข้าวโพด (0.26 %gP) ข้าวฟ่าง (0.31% gP) ข้าวสาลี (3.07 %gP) และข้าวบาร์เล่ย์ (0.32-0.38 %) (Nelson et al., 1968; Kirby and Nelson,1988; Pond et al., 1991; Eeckhout and de Paepe, 1994 ; Ravindran et al., 1994 ; Lott et al., 2000) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีบทบาทต่อการเกษตร ทั้งที่เป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (insoluble inorganic P; Pi) และอินทรีย์ฟอสฟอรัส (organic P) บทบาทที่สำคัญประการหนึ่งคือมีผลต่อการพัฒนาเมล็ดซึ่งถือเป็นแหล่งสะสมฟอสฟอรัสของพืช นอกจากนั้นยังพบอีกว่าในเมล็ดมีการสะสมฟอสฟอรัสหลายรูปแบบและบางรูปแบบมีมากเกินความต้องการในการช่วยในกิจกรรมพื้นฐานของเซลล์ (Raboy et al., 2001) แต่อย่างไรก็ตามค่าความเข้มข้นที่ได้อาจไม่ได้หมายถึงปริมาณฟอสฟอรัสที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีในทางชีววิทยา เพราะจากการศึกษาในกลุ่มธัญพืชพบว่าเปอร์เซ็นต์การนำฟอสฟอรัสไปใช้ได้ในทางชีววิทยาไม่เกิน 50 % โดยในข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และข้าวสาลี สามารถนำไปใช้ได้ 23 % 35 % และ 48 % ตามลำดับ (Pond et al., 1991) จากระดับของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในเมล็ดพืชที่พบว่ามีค่าต่ำนี้ ยังพบว่าส่วนใหญ่ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปไฟเทต (phytate) (Ogawa et al., 1979) จึงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การนำฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์ได้ทางชีววิทยาต่ำ

สำหรับความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จากเมล็ดในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.324-0.441%gP ซึ่งเป็นความเข้มข้นในระดับปกติ เนื่องจากโดยปกติพืชต้องการฟอสฟอรัส 0.3-0.5% (โดยน้ำหนักแห้ง) เพื่อให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเป็นไปตามปกติ สำหรับระดับที่ถือว่าเป็นพิษคือสูงกว่า 1% (โดยน้ำหนักแห้ง) แต่พืชตระกูลถั่วหลายชนิดไวต่อพิษของธาตุนี้มาก เช่น ถั่วมะแฮะ (*Cajanus canja*) และถั่วเขียวผิวดำ (*Vigna mungo*) เป็นพิษเมื่อมีเพียง 0.3-0.4 และ 0.6-0.7% ตามลำดับ (Khamis et al., 1990) อย่างไรก็ตามสัดส่วนหรือความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในแต่ละส่วน และทั้งต้นอาจแตกต่างกัน

ประโยชน์ของการศึกษาครั้งนี้คือการทราบค่าฟอสฟอรัสรวมในเมล็ด ซึ่งสามารถนำไปใช้พิจารณาร่วมลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ สัดส่วนของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคโดยตรงและอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ทั้งนี้เพราะปัญหาสำคัญของธัญพืชและพืชน้ำมันที่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ (oilseed meal-based diets) คือการมีฟอสฟอรัสที่สามารถย่อยได้ต่ำเนื่องจากอยู่ในรูป myo-inositol 1,2,3,4,5,6 hexakis-dihydrogen phosphate (phytate) (Maga, 1982; NRC, 1998; Lott et al., 2000) และการที่ฟอสฟอรัสไม่สามารถย่อยในตัวสัตว์ยังสามารถสร้างมลภาวะให้สิ่งแวดล้อมได้อีกโดยเฉพาะมลภาวะทางน้ำ โดยพบว่าฟอสฟอรัสเหล่านี้จะถูกขับออกมาจากร่างกายอยู่ในรูปของมูลจากตัวสัตว์ (faecal matter) จำนวนมหาศาล (Cromwell and Coffey, 1991; Sharpley et al., 1994) ซึ่งในปัจจุบันมีรายงานปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสรวม และระดับกรดไฟติกแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของพืช เช่น ในข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพด ธัญพืชทั่วไป มีฟอสฟอรัสซึ่งเมื่อนำไปใช้ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวแล้วไม่สามารถนำฟอสฟอรัสเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ได้ 70, 80, 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (O'Dell et al., 1972; Raboy, 1990)

ผลการศึกษาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นของความสามารถพันธุ์ในการสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว เพื่อใช้เป็นลักษณะคัดเลือกร่วมกับลักษณะอื่น ๆ เช่น ระดับเกลือไฟเตรตต่ำ สำหรับใช้งานการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการใช้ประโยชน์จากฟอสฟอรัสในข้าว

การทดลองที่ 2

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวไร่ที่รวบรวมได้ของกลุ่ม HK **(Table 2)** และกลุ่ม KN **(Table 3)** พบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวกล้องของกลุ่ม HK และกลุ่ม KN มีค่าใกล้เคียงกัน (0.242 และ 0.267 %gP ตามลำดับ) แต่ความเข้มข้นของการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวแต่ละแหล่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดข้าวกล้องกลุ่ม HK มีค่าระหว่าง 0.158-0.310%gP ซึ่ง HK 5023 มีค่าสูงที่สุด (0.310%gP) และ HK 5030 มีค่าต่ำสุด (0.158%gP) **(Table 2)**

เช่นเดียวกันกับข้าวไร่กลุ่ม KN ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดข้าวกล้องของข้าวไร่หมายเลขต่าง ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.160-0.347 %gP โดย KN 5018 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (0.347%gP) และ KN 5012 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (0.160%gP) **(Table 3)**

ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่เกิดขึ้นในข้าวทั้งแต่ละกลุ่มที่รวบรวมได้ (30 หมายเลขสำหรับ HK และ 21 หมายเลขสำหรับ KN) เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนทางพันธุกรรมของข้าวหมายเลขต่าง ๆ ถึงแม้ว่าตัวอย่างเมล็ดข้าวในแต่ละกลุ่มจะได้มาจากการรวบรวมตัวอย่างข้าวจากเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ปลูกใกล้เคียงกัน ความหลากหลายของข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่เกษตรกรจะแตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ปรับปรุงคืออาจมีพันธุกรรมที่หลากหลายภายในแต่ละตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าในการศึกษาพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในประเทศส่วนใหญ่ยังคงถือเสมือนว่าตัวอย่างเมล็ดพันธุ์แต่ละตัวอย่างเป็นเสมือนพันธุกรรมเดี่ยว (ป่าน 2539; ปณิตา 2540; Chitrakorn, 1995) ความแตกต่างที่ว่านี้อาจเกิดจากการผสมปะปนของข้าวต่างพันธุ์โดยบังเอิญ หรือเกษตรกร

บางคนโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ปลูกข้าวไร่มักปลูกข้าวด้วยเมล็ดหลายพันธุ์ผสมปนกันโดยตั้งใจ มีรายงานการวิเคราะห์ไอโซไซม์ที่กล่าวว่าเมล็ดพันธุ์บางตัวอย่างที่มีลักษณะหลากหลายเกิดจากการปะปนของข้าวต่างพันธุ์จริง แต่ก็พบหลายตัวอย่างที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยธรรมชาติ (Dennis, 1987) ข้อมูลความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดเข้าวเมื่อนำไปพิจารณาร่วมกับลักษณะการให้ผลผลิต จะสามารถใช้เป็นลักษณะคัดเลือกข้าวเพื่อการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มความเป็นประโยชน์ของการใช้ฟอสฟอรัสจากข้าวได้

Table 2 Total phosphorus percentage in brown rice of upland rice collected from Hui-namkhun Royal Project Development Center (HK).

Numbers	%P (g P/100 g rice grain)[1/]	Numbers	%P (g P/100 g rice grain)	Numbers	%P (g P/100 g rice grain)
HK 5001	0.212 ± 0.01	HK 5011	0.229 ± 0.00	HK 5021	0.226 ± 0.02
HK 5002	0.248 ± 0.01	HK 5012	0.302 ± 0.01	HK 5022	0.251 ± 0.02
HK 5003	0.227 ± 0.01	HK 5013	0.299 ± 0.01	HK 5023	0.310 ± 0.01
HK 5004	0.238 ± 0.03	HK 5014	0.286 ± 0.00	HK 5024	0.302 ± 0.01
HK 5005	0.226 ± 0.00	HK 5015	0.286 ± 0.02	HK 5025	0.302 ± 0.01
HK 5006	0.200 ± 0.02	HK 5016	0.278 ± 0.01	HK 5026	0.194 ± 0.00
HK 5007	0.175 ± 0.03	HK 5017	0.246 ± 0.04	HK 5027	0.241 ± 0.00
HK 5008	0.163 ± 0.01	HK 5018	0.283 ± 0.00	HK 5028	0.220 ± 0.01
HK 5009	0.209 ± 0.02	HK 5019	0.226 ± 0.00	HK 5029	0.218 ± 0.01
HK 5010	0.267 ± 0.01	HK 5020	0.234 ± 0.01	HK 5030	0.158 ± 0.14

[1/]Mean = 0.242, SD = 0.042, F-test = ** (significant at P≤0.01), LSD (0.05) = 0.026, CV (%) = 6.51.

Table 3 Total phosphorus percentage in brown rice of upland rice collected from Kaenoi Royal Project Development Center (KN).

Numbers	%P (g P/100 g rice grain)[1/]	Numbers	%P (g P/100 g rice grain)	Numbers	%P (g P/100 g rice grain)
KN 5001	0.222 ± 0.02	KN 5008	0.309 ± 0.01	KN 5015	0.240 ± 0.03
KN 5002	0.212 ± 0.01	KN 5009	0.316 ± 0.02	KN 5016	0.300 ± 0.01
KN 5003	0.220 ± 0.01	KN 5010	0.301 ± 0.00	KN 5017	0.336 ± 0.06
KN 5004	0.300 ± 0.02	KN 5011	0.271 ± 0.02	KN 5018	0.347 ± 0.02
KN 5005	0.201 ± 0.01	KN 5012	0.160 ± 0.02	KN 5019	0.316 ± 0.02
KN 5006	0.205 ± 0.01	KN 5013	0.264 ± 0.01	KN 5020	0.303 ± 0.04
KN 5007	0.312 ± 0.00	KN 5014	0.263 ± 0.01	KN 5021	0.204 ± 0.04

[1/]Mean = 0.267, SD = 0.053, F-test = ** (significant at P≤0.01), LSD (0.05) = 0.036, CV (%) = 8.26.

สรุป

การทดลองที่ 1

เมล็ดข้าวเปลือก (husk rice) มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าเมล็ดข้าวกล้อง (brown rice) และข้าวต่างพันธุกรรมมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสแตกต่างกัน โดยข้าวไร่ซิวแม่จัน และข้าวป่าสามัญอายุหนึ่งปีมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงเมื่อเทียบกับพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ปลูกนาน้ำขัง ยกเว้น พันธุ์ปทุมธานี ที่พบว่ามีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงกว่าพันธุกรรมอื่น ๆ ในกลุ่มข้าวพันธุ์ปลูกนาน้ำขังด้วยกันเอง

การทดลองที่ 2

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวกล้องกลุ่ม HK และกลุ่ม KN มีค่าใกล้เคียงกัน โดยพบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดข้าวกล้องทั้งสองกลุ่มมีค่าระหว่าง 0.158-0.347%gP พบว่าข้าวไร่ HK 5023 มีค่าสูงที่สุดคือ 0.310%gP และ HK 5030 มีค่าต่ำสุดคือ 0.158%gP สำหรับข้าวไร่ KN 5012 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.160%g P และ KN 5018 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.347%gP

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวงซึ่งเป็นหน่วยงานที่มอบตัวอย่างข้าวเพื่องานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ปณิตา จันทรประยูร. 2540. ความแตกต่างทางไอโซไซม์และการแสดงออกทางผลผลิตของข้าวพันธุ์พื้นเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ป่าน ปานขาว. 2539. ความแตกต่างทางไอโซไซม์ และผลผลิตข้าวที่ปลูกโดยชุมชนกระเหรี่ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Batten, G. D. 1992. A review of phosphorus efficiency in wheat. Plant Soil 146:163-168.

Batten, G. D. 1994. Concentrations of elements in wheat grains grown in Australia, North America, and the United Kingdom. Aust. J. Exp. Agr. 34:51-56.

Batten, G. D., K. M. Marr and A. B. Blakeney. 1995. Removal of plant-essential elements by high-yielding temperate rice crops. P. 334-342. In Fragile lives in fragile ecosystems. Proceedings of the international rice research conference. Los Banos, Leguna (Philippines), International Rice Research Institute.

Chitrakorn, S. 1995. Charaterization, evaluation and utilization of wild rice germplasm in Thailand. Pathum Thani Rice Research Center, Thailand Rice Research Institute, Bangkok.

Cromwell, G. L. and R. D. Coffey. 1991. Phosphorus-a key essential nutrient, yet a possible major pollutant-its central role in animal nutrition. P. 133-145. In: T. P. Lyons (Ed.). Biotechnology in the feed industry. Alltech. Tech. Publications, Nicholasville. KY.

Dennis, J.V. 1987. Farmer Management of Rice Variety Diversity in Northern Thailand. Ph.D. Thesis, Cornell University.

Eeckhout, W. and M. de Paepe. 1994. Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. 47:19-29.

Good Health. 2006. องค์ประกอบสารอาหารในสารอาหาร. แหล่งข้อมูล: http://www.goodhealth.co.th/Click_for_ health.htm. ค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2552.

Juliano, B. O. 1993. Rice in Human Nutrition. FAO Food Nutrition Series, No. 26. The International Rice Research Institute (IRRI), Laguna, and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Khamis, S., S. Chaillou and T. Lamare. 1990. CO_2 assimilation and partitioning of carbon in maize plants deprived of orthophosphate. J. Exp. Bot. 41:1619-1625.

Kirby, L. K. and T. S. Nelson. 1988. Total and phytate phosphorus content of some feed ingredients derived from grains. Nutr. Reports Int. 37:277-280.

Lott, J. N. A., I. Ockenden, V. Raboy and G. D. Batten. 2000. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: a global estimate. Seed Sci. Res. 10:11-13.

Maga, J. A. 1982. Phytate: Its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance, and methods of analysis. J. Agric. Food Chem. 30:1-9.

Miller, G. A., V. L., Youngs and E. S. Oplinger. 1980. Environmental and cultivar effects on oat phytic acid concentration. Cereal Chem. 57: 189-191.

Nelson, T. S., L. W. Ferrara, and N. L. Storer. 1968. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. Poult. Sci. 47:11372-11374.

NRC. 1998. Nutrient requirements of swine. 10th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

O'Dell, B. L., A. R. De Boland and R. Koirtyohann. 1972. Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological components of cereal grains. J. Agric. Food Chem. 20: 718-723.

Ockenden, I., D. E. Falk and J. N. A. Lott. 1997. Stability of phytate in barley and beans during storage. J. Agr. Food Chem. 45:1673-1677.

Ogawa, M., K. Tanaka and Z. Kasai. 1979. Energy-dispersive X-ray analysis of phytin globoids naleulone particles of developing rice grains. Soil Sci. Plant Nutr. (Tokyo) 25:437-448.

Parish, D. H. 1993. Agricultural productivity, sustainability, and fertilizer use. Muscle Shoals, Alabama, International Fertilizer Development Center Publications.

Pond, W. G., J. H. Manner and D. L. Harris. 1991. Pork production system: Efficient use of swine and feed resources. New York Van Nostrand Reinhold.

Raboy, V. 1990. The biochemistry and genetics of phytic acid synthesis. P. 52-77. In D. J. Morre, W. Boss, F. A. Loewus (Eds.). Inositol Metabolism in Plants. Alan, R. L., New York.

Raboy, V., K. A. Young, J. A. Dorsch and A. Cook. 2001. Genetics and breeding of seed phosphorus and phytic acid. J. Plant Physiol. 158:489-497.

Ravindran, V., G. Ravindran, and S. Sivalogan. 1994. Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. Food Chem. 50:133-136.

Selle, P. H. and V. Ravindran. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. Anim. Feed Sci. Tech. 135:1-41.

Sharpley, A. N., S. C. Charpa, R. Wedepohl, J. Y. Sims, T. C. Danial, and K. R. Reddy. 1994. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and Options. J. Environ. Qual. 23:437-451.