การจัดการไนโตรเจนและสังกะสีเพื่อเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณภาพข้าวที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนสารแคดเมียม

Nitrogen and Zinc Management for Yield and Quality Improvement of Rice Grown in Cadmium Contaminated Soil

ชนพล ภัทรอุดมกิจ[1*], สายบัว เข็มเพ็ชร[2] และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา[3]

Chanapol Pattaraudomkit[1*], Saibua Khempet[2] and Sakda Jongkaewwattana[3]

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการไนโตรเจนและสังกะสี ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต รวมถึงการสะสมแคดเมียม และ สังกะสีในข้าว โดยทำการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105ในกระถางที่บรรจุดินปนเปื้อนสารแคดเมียม (106 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) วางแผนการทดลองแบบ Split plot Design จำนวน3 ซ้ำกำหนดให้ Main plot เป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา ได้แก่ 0, 16 และ 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ส่วน Sub plot เป็นการใส่สังกะสี 4 อัตราได้แก่ 0, 2.4, 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ โดยไนโตรเจนและสังกะสีใส่ในระยะเริ่มแตกกอและระยะกำเนิดช่อดอก

จากผลการศึกษาพบว่าปุ๋ยไนโตรเจนและธาตุสังกะสีไม่มีผลต่อระยะพัฒนาการของข้าวโดยข้าวต้องการอุณหภูมิสะสมเพื่อพัฒนาจากระยะแตกกอจนถึงระยะสุกแก่เฉลี่ยเท่ากับ2,231 องศาเซลเซียส เทียบเท่ากับ 114 วัน พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและอัตราสังกะสี ต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของต้น ใบ และผลผลิต ทั้งนี้พบแนวโน้มของผลผลิตเพิ่มขึ้นตามอัตราสังกะสีที่ใส่ โดยเฉพาะสังกะสีที่อัตรา 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ เมื่อได้รับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้พบว่าข้าวภายใต้กรรมวิธีการใส่ไนโตรเจนที่อัตรา 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ และสังกะสีที่อัตรา 4.8 กก.สังกะสี/ไร่ ข้าวมีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 127.16 กรัมต่อกอ และผลผลิตข้าวสูงสุดพบภายใต้กรรมวิธีการใส่ไนโตรเจนที่อัตรา 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ร่วมกับสังกะสีที่อัตรา 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ โดยข้าวให้ผลผลิตเท่ากับ 23.60 กรัมต่อกอ

การศึกษาพลวัตของการสะสมแคดเมียมในต้นและใบ พบว่าการสะสมธาตุแคดเมียมในต้นและใบมีแนวโน้มลดลงตามระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะเริ่มแตกกอไปจนถึงระยะตั้งท้อง โดยพบแคดเมียมในต้นข้าวอยู่ในช่วง 2.66 ถึง 15.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแคดเมียมในใบข้าวอยู่ในช่วง 1.35 ถึง 12.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการศึกษาพลวัตของการสะสมสังกะสีในต้นและใบ พบว่าสังกะสีมีแนวโน้มลดลงตามระยะการเจริญเติบโตเช่นกัน ทั้งนี้สังกะสีในต้นข้าวอยู่ในช่วง 64.99 ถึง 245.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ สังกะสีในใบข้าวอยู่ในช่วง 30.33 ถึง 290.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในระยะแตกกอถึงระยะสุกแก่ ส่วนการสะสมแคดเมียมในเมล็ดมีแนวโน้มลดลงเมื่อข้าวได้รับธาตุสังกะสีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งข้าวภายใต้กรรมวิธีการใส่ไนโตรเจนที่อัตรา ไนโตรเจน 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ร่วมกับสังกะสี 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ มีแคดเมียมน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 2.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการศึกษาพบว่าแต่การใส่สังกะสีถึงแม้ในอัตราที่ต่ำ (2.4 กก.สังกะสี/ไร่) สามารถลดความเป็นพิษของแคดเมียมที่เป็นสาเหตุให้ข้าวเหลืองตายได้

คำสำคัญ: ข้าว, สังกะสี, แคดเมียม

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agricultural, Chiang Mai University

[2] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University

[3] ศูนย์วิจัยข้าวล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Lanna Rice Research Center, Chiang Mai University

* Corresponding author: sakda.j@cmu.ac.th

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the effect of nitrogen and zinc management on growth, yield and accumulation of cadmium and zinc in rice grown in cadmium contaminated Soil. Rice cv. Khao Dawk Mali 105 was planted in pots containing cadmium contaminated soil (106 mg/kg). The design of the experiment was a split plot with 3 replications. Main plots were three levels of nitrogen application i.e. 0, 16 and 32 kg N/rai. Sub plots were four levels of zinc application i.e. 0, 2.4, 4.8 and 7.2 kg Zn/rai. Both nitrogen and zinc fertilizers were split in halves and applied at tillering and panicle initiation stages.

Analysis result indicated that both nitrogen and zinc applications had no effect on developmental stages of rice. It was found that rice plant needed 2,231°C which was equivalent to 114 days after planting. Interactions between nitrogen and zinc application were found on stem and leaf dry weight as well as grain yield. It also indicated an increasing trend of grain yield along with zinc application levels i.e. zinc at 4.8 and 7.2 kg Zn/rai when nitrogen was applied. Maximum total dry weight of 127.16 g/hill was found in treatment applied with 32 kg N/rai and 4.8 kg Zn/rai. Similarly, maximum grain yield of 23.6 g/hill was found at treatment applied with 32 kg N/rai and 7.2 kg Zn/rai.

Analysis of cadmium dynamics in rice showed that cadmium accumulation of stem and leaf trended to decrease along with growth stages i.e. tillering to booting. Among these stages cadmium accumulation was 2.66 - 15.31 mg/kg in stem and 1.35 - 12.83 mg/kg in leaf. It was also found that zinc contents in stem and leaf decreased along with growth stages. Analysis results showed that zinc accumulation in stem was 64.99 - 245.01 mg/kg and leaf was 30.33 - 290.54 mg/kg. Accumulation of cadmium in grain was found to decrease with zinc application levels. It was found that minimum cadmium accumulation in grain was 2.22 mg/kg under the combination of 32 kg N/rai nitrogen and 7.2 kg Zn/rai treatment. The results also revealed that the application of zinc even in low rate (2.4 kg Zn/rai) could reduce cadmium toxicity in rice which caused yellowish symptom of leaf and stem.
Keywords: Rice, Zinc, Cadmium, Degree day

บทนำ

ธาตุแคดเมียมก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นสารที่สลายตัวได้ยากในธรรมชาติและเป็นพิษต่อมนุษย์ สัตว์และพืช (Wagner, 1993) ในธรรมชาติจะพบธาตุแคดเมียมอยู่ร่วมกับธาตุสังกะสี และพบธาตุแคดเมียมที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากธรรมชาติเป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากการทำเหมืองแร่สังกะสี ซึ่งธาตุแคดเมียมกับธาตุสังกะสีมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันทั้งสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ (ชัยวัฒน์, 2547) โดยแคดเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายสัตว์และมนุษย์ทางห่วงโซ่อาหาร (Wagner, 1993) ในพืชที่ได้รับแคดเมียมในปริมาณที่มากโดยทางตรงและทางอ้อม จะทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาถูกยับยั้ง เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสง การแบ่งเซลล์ กระบวนการเมแทบอลิซึมของไนโตรเจน และการดูดธาตุอาหารน้อยลง ส่งผลให้การเติบโตไม่สมบูรณ์และการสะสมน้ำหนักแห้งลดลง (Sanita di Toppi and Gabbrielli, 1999)

อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่า การใส่ธาตุสังกะสีกับพืชที่ปลูกในดินที่มีการปนเปื้อนด้วยธาตุแคดเมียม สามารถลดความเข้มข้นของธาตุแคดเมียมในพืชลงได้ จากการศึกษาของ Oliver et al. (1994) ที่มีการใส่ธาตุสังกะสีลงไปในดินที่ปนเปื้อนธาตุแคดเมียม พบว่าสามารถลดการสะสมของธาตุแคดเมียมในเมล็ดข้าวสาลีได้ และการใส่ธาตุสังกะสีในข้าวที่ปลูกในดินมีการปนเปื้อนด้วยธาตุแคดเมียม สามารถลดการสะสมของธาตุแคดเมียม และทำให้ธาตุสังกะสีในข้าวกล้องเพิ่มขึ้น (Mustafa et al., 2011) ธาตุสังกะสีนั้นเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเอ็นไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการสังเคราะห์แสงและกระบวนการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น ถ้าขาดเอนไซม์เหล่านี้จะทำให้กระบวนการในการเจริญเติบโตและการพัฒนาหยุดชะงัก ธาตุสังกะสีเป็นธาตุที่พืชต้องการและดูดใช้ในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ สังกะสี (Zn) มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่คล้ายคลึงกับแคดเมียม (Cd) และแคดเมียมนั้นเป็นโลหะหนักที่เป็นพิษ และส่งผลให้ลดความสามารถของการใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารที่จำเป็นเช่น สังกะสี (Zn) และไนโตรเจน (N) (Hassan et al., 2006) ธาตุไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของข้าว เนื่องจากส่งผลต่อลักษณะทางสรีระหลายๆ ประการ ได้แก่ การสะสมน้ำหนักแห้งในระหว่างการ

เจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบในระหว่างการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์ และการสร้างโปรตีน ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของการสะสมและการถ่ายเทไนโตรเจนในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว (Norman et al., 1992) ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวต้องการเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เหมาะสมนั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและชนิดของดิน (Sims, 1965) จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาข้างต้นที่แสดงให้เห็นว่าสังกะสีมีความสามารถที่ช่วยลดระดับการเป็นพิษของแคดเมียมในพืชได้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการดูดซึมและการสะสมแคดเมียมในข้าวที่ปลูกในดินที่สารแคดเมียมปนเปื้อน รวมถึงศึกษาถึงผลของการจัดการไนโตรเจนและสังกะสีที่มีต่อผลผลิต และการดูดซึมและการสะสมแคดเมียมในข้าวที่ปลูกในดินที่มีแคดเมียมปนเปื้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลองในกระถางที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ช่วงเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2554 โดยทำการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot Design จำนวน 3 ซ้ำ Main plot เป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา ได้แก่ 0, 16 และ 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ส่วน Sub plot เป็นการใส่สังกะสี 4 อัตราได้แก่ 0, 2.4, 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ ทำการเพาะต้นกล้าข้าวเพื่อรอตกกล้าและปักดำลงในกระถางเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 เซนติเมตร และกระถางเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 30 เซนติเมตร กระถางละ 2 ต้น กระถางที่บรรจุดินปนเปื้อนสารแคดเมียมในพื้นที่การทำนาข้าวของตำบลแม่ตาว อำเอแม่สอด จังหวัดตาก ที่มีปริมาณแคดเมียมสูง (106 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยการใส่ไนโตรเจนและสังกะสีทำการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ในระยะเริ่มแตกกอและระยะกำเนิดช่อดอก ในอัตราที่กำหนดของแต่ละกรรมวิธี อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา ได้แก่ 0, 16 และ 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ปุ๋ยที่ใช้คือยูเรีย (46-0-0) ส่วนการใส่สังกะสี 4 อัตราได้แก่ 0, 2.4, 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ ใส่ธาตุสังกะสีในรูป ($ZnSo_4.7H_2O$) ระหว่างการทดลองมีการขังน้ำในระดับที่เหมาะสม รวมถึงควบคุมป้องกันศัตรูพืชและกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม

ผลการวิจัย

ระยะพัฒนาการของข้าวขาวดอกมะลิ 105

จากการสังเกตระยะพัฒนาการของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงระยะสุกแก่ (Table 1) พบว่าการจัดการใส่ไนโตรเจนและสังกะสีไม่มีผลต่อระยะพัฒนาของข้าว ทั้งนี้ตั้งแต่วันปักดำถึงระยะเริ่มแตกกอต้องการอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 619 องศาเซลเซียส เทียบเท่ากับ 30 วันหลังปักดำ ส่วนที่ระยะแตกกอสูงสุดข้าวต้องการอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 1,077 องศาเซลเซียส เทียบเท่ากับ 53 วันหลังปักดำ สำหรับระยะกำเนิดช่อดอก พบว่าข้าวต้องการอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 1,359 องศาเซลเซียส เทียบเท่ากับ 67 วันหลังปักดำ ส่วนในระยะตั้งท้องต้องการอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 1,509 องศาเซลเซียส เทียบเท่ากับ 75 วันหลังปักดำ ส่วนที่ระยะแทงรวงข้าวต้องการอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 1,744 องศาเซลเซียส เทียบเท่ากับ 87 วันหลังปักดำ และข้าวต้องการอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 2,231 องศาเซลเซียส สำหรับการสุกแก่ทางสรีรวิทยาเทียบเท่ากับ 114 วันหลังปักดำ

Table 1 Observed growing degree days required for rice development and the corresponded number of day after transplanting

Growth stage	GDD (°C)	Day after transplanting (Day)
Early tillering	619.6	30
Tillering	1077.8	53
Panicle initiation	1359.8	67
Booting	1509.2	75
Heading	1744.7	87
Physiological maturity	2231.2	114

น้ำหนักแห้งรวม (ใบและต้น) สูงสุด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของน้ำหนักแห้งรวม (ใบและต้น) สูงสุดของข้าว พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและอัตราสังกะสี ทั้งนี้พบแนวโน้มของน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดเพิ่มขึ้นตามอัตราสังกะสีที่ใส่ โดยเฉพาะสังกะสีที่อัตรา 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ เมื่อข้าวได้รับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ซึ่งน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดของข้าวภายใต้กรรมวิธีการใส่ไนโตรเจนที่อัตรา 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ และสังกะสีที่อัตรา 4.8 กก.สังกะสี/ไร่ มีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดเท่ากับ 127.16 กรัมต่อกอ รองลงมาได้แก่ ไนโตรเจนที่อัตรา 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ร่วมกับสังกะสีที่อัตรา 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ กับข้าวที่ได้รับไนโตรเจนที่อัตรา 16 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ร่วมกับสังกะสีที่อัตรา 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ มีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 69.92 กรัมต่อกอ (Figure 1) ในขณะที่ข้าวที่ไม่ได้รับธาตุสังกะสีต้นข้าวแห้งตาย ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

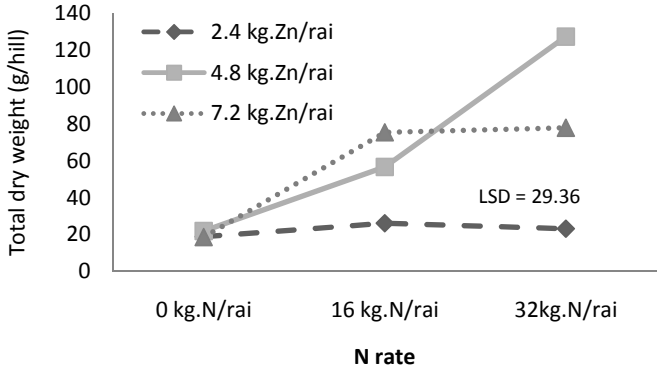

Figure 1 Dry weight of rice plant grown under difference nitrogen and zinc application rates

ผลผลิต

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลผลิตข้าว พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและอัตราสังกะสี ทั้งนี้พบแนวโน้มของผลผลิตเพิ่มขึ้นตามอัตราสังกะสีที่ใส่ โดยเฉพาะสังกะสีที่อัตรา 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ เมื่อไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ซึ่งผลผลิตของข้าวภายใต้กรรมวิธีการใส่ไนโตรเจนที่อัตรา 32 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ร่วมกับสังกะสีที่อัตรา 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ และข้าวที่ได้รับไนโตรเจนที่อัตรา 16 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ร่วมกับสังกะสีที่อัตรา 7.2 กก.สังกะสี/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยใกล้เคียงกันเท่ากับ 19.76 กรัมต่อกอ รองลงมาได้แก่ไนโตรเจนที่อัตรา 16 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ร่วมกับสังกะสีที่อัตรา 2.4 และ 4.8 กก.สังกะสี/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 14.94 กรัมต่อกอ (Figure 2)

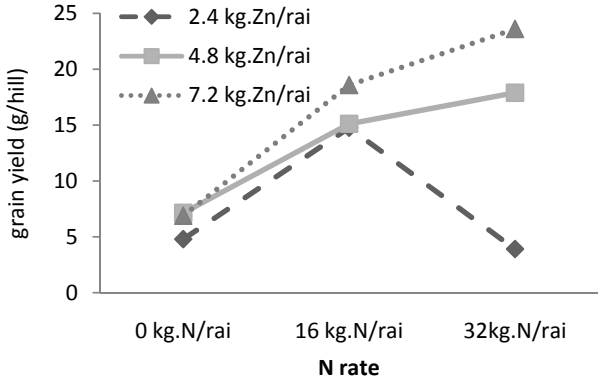

Figure 2 Yield of rice grown under different nitrogen and zinc application rates

การสะสมธาตุแคดเมียมในต้นและใบ

จากผลการวิเคราะห์พลวัตแคดเมียมในต้นและใบของข้าวดอกมะลิ 105 ภายใต้กรรมวิธีการใส่ไนโตรเจนและสังกะสีในอัตราที่แตกต่างกัน (Figure 3) พบว่าการสะสมแคดเมียมมีแนวโน้มลดลงตามระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะเริ่มแตกกอไปจนถึงระยะตั้งท้อง โดยการสะสมแคดเมียมในต้นข้าวอยู่ในช่วง 2.66 ถึง 15.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการสะสมแคดเมียมในใบข้าวอยู่ในช่วง 1.35 ถึง 12.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

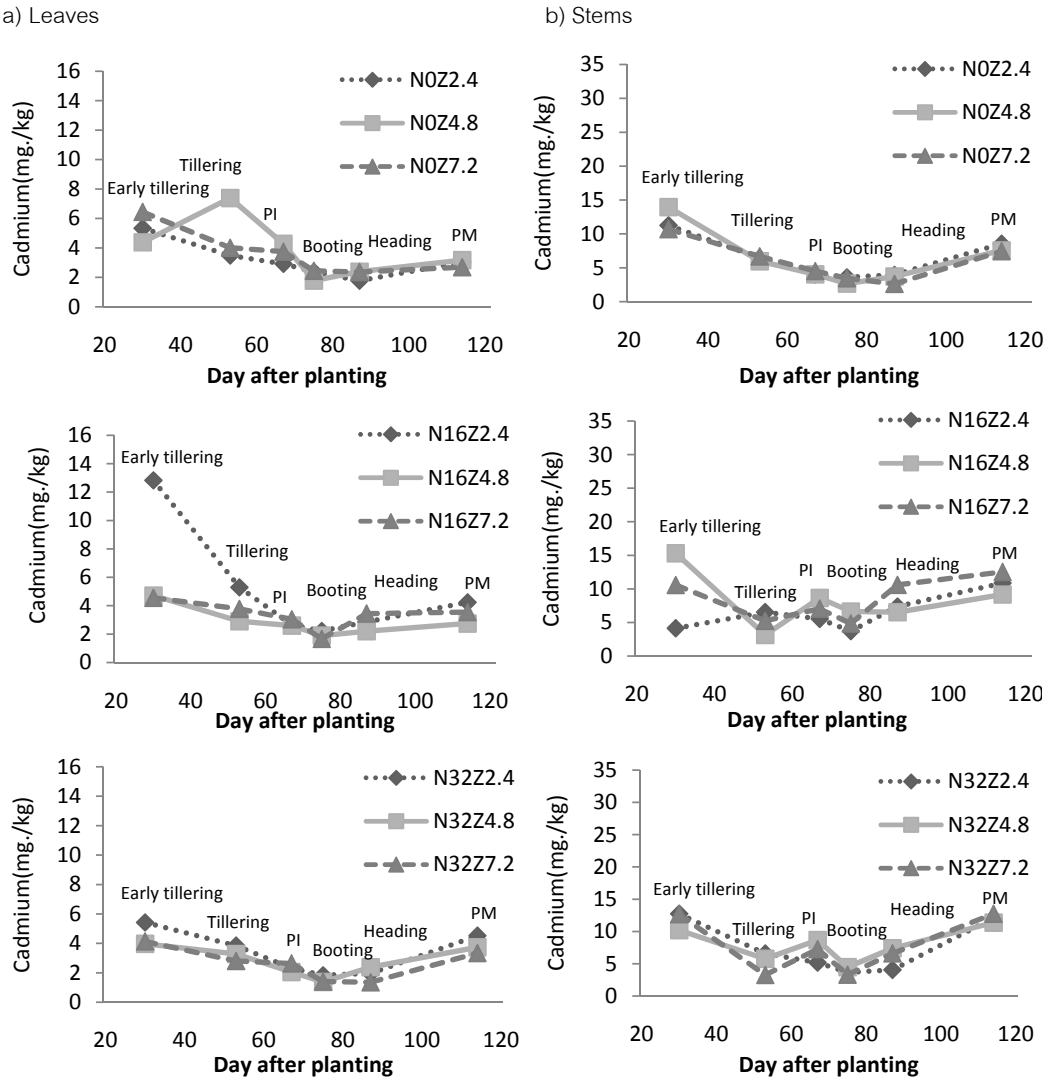

Figure 3 (a) Dynamics of cadmium concentration in leaves and (b) Dynamics of cadmium concentration in stems under different nitrogen and zinc application rates.

การสะสมธาตุสังกะสีในต้นและใบ

จากผลการวิเคราะห์พลวัตธาตุสังกะสีในต้นและใบของข้าวดอกมะลิ 105 ภายใต้กรรมวิธีการใส่ไนโตรเจนและสังกะสีในอัตราที่แตกต่างกัน (Figure 4) พบว่ากรรมวิธีการใส่สังกะสีไม่ส่งผลต่อการสะสมสังกะสีในต้นและใบ และพบว่าการสะสมสังกะสีมีแนวโน้มลดลงตามระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะเริ่มแตกกอไปจนถึงระยะสุกแก่ในทุกอัตราไนโตรเจนและสังกะสี โดยการสะสมสังกะสีในต้นข้าวตั้งแต่ระยะแตกกอถึงระยะสุกแก่อยู่ในช่วง 64.99 ถึง 245.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการสะสมสังกะสีในใบข้าวอยู่ในช่วง 30.33 ถึง 290.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Figure 4 (a) Dynamics of Zinc concentration in leaves and (b) Dynamics of Zinc concentration in stems of rice grown under different nitrogen and zinc application rates

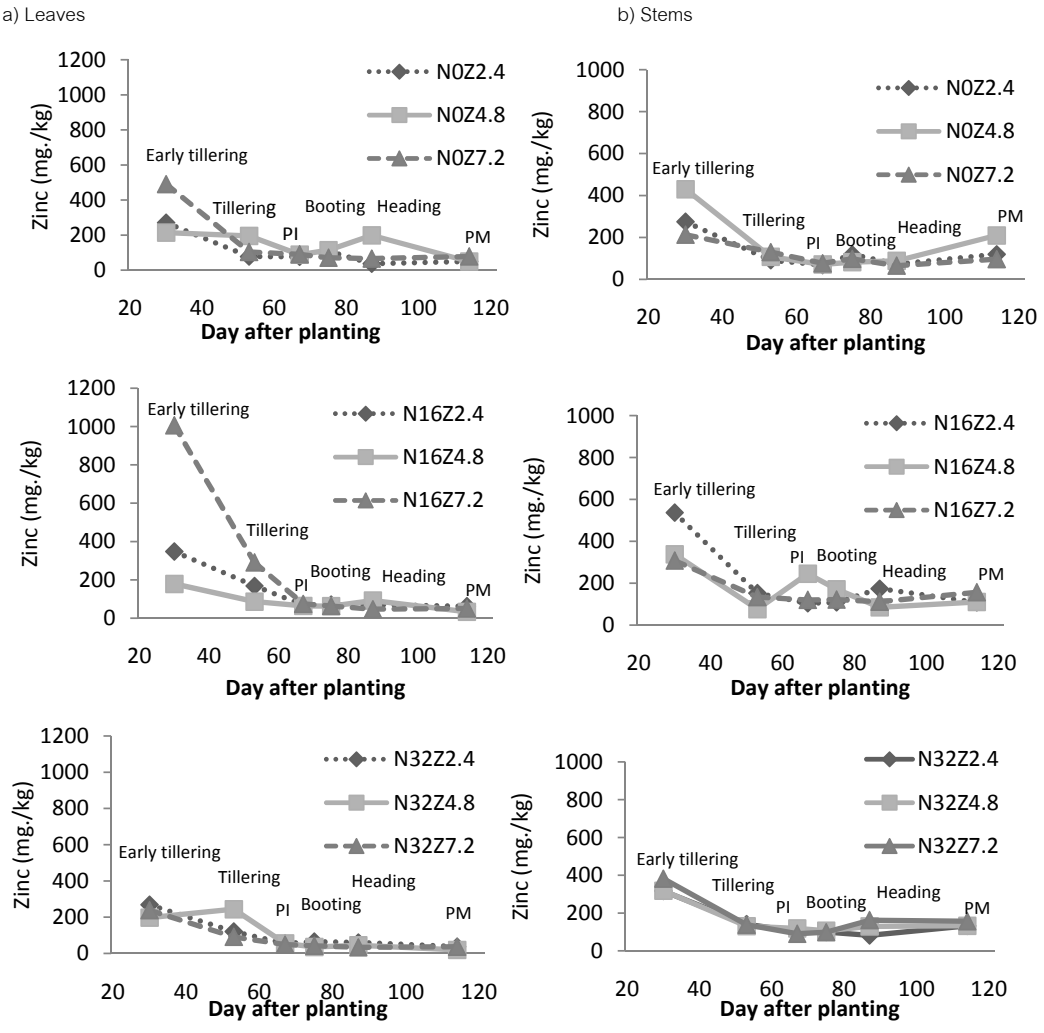

Figure 4 (a) Dynamics of Zinc concentration in leaves and (b) Dynamics of Zinc concentration in stems of rice grown under different nitrogen and zinc application rates

การสะสมธาตุสังกะสีและธาตุแคดเมียมในเมล็ด

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณการสะสมธาตุสังกะสีและธาตุแคดเมียมในเมล็ด (Figure 5) พบว่า การสะสมของธาตุสังกะสีในเมล็ดที่ระยะสุกแก่ทางสรีระไม่แตกต่างกันมากเฉลี่ยเท่ากับ 34 mg/kg ส่วนการสะสมธาตุแคดเมียมในเมล็ดที่ระยะสุกแก่ทางสรีระปริมาณการสะสมธาตุแคดเมียมมีแนวโน้มลดลง เมื่ออัตราธาตุสังกะสีเพิ่มมากขึ้น โดยข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ร่วมกับอัตราธาตุสังกะสี 2.4 กิโลกรัมสังกะสีต่อไร่ มีการสะสมธาตุแคดเมียมในเมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 2.9 mg/kg และข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ร่วมกับอัตราธาตุสังกะสี 7.2 กิโลกรัมสังกะสีต่อไร่ มีการสะสมธาตุแคดเมียมในเมล็ดที่ลดลงเท่ากับ 2.2 mg/kg

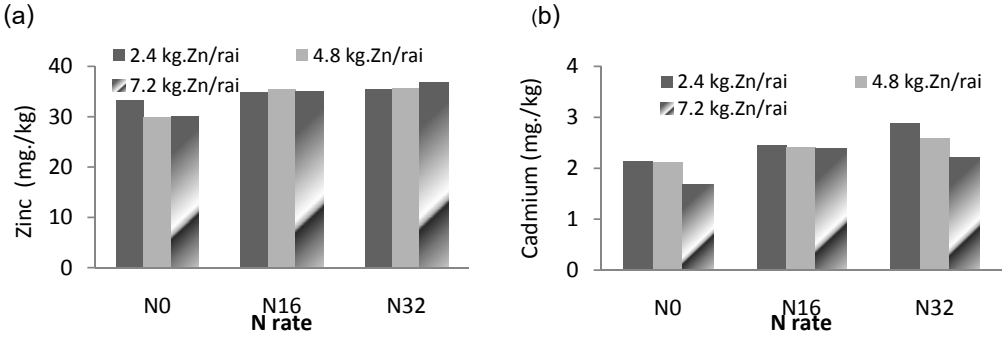

Figure 5 (a) Zinc concentration and(b) Cadmium concentration in seed of rice grown under difference nitrogen and zinc application rates

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าระยะพัฒนาการของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตั้งแต่เริ่มปักดำ (อายุกล้า 30 วัน) จนถึงระยะสุกแก่ พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในทุกอัตราไนโตรเจนและทุกอัตราสังกะสี ใช้อุณหภูมิสะสมตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะสุกแก่เฉลี่ยเท่ากับ 2231.25 องศาเซลเซียส หรือเทียบเท่า 114 วันหลังปักดำแสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนและสังกะสีไม่มีบทบาทต่อระยะพัฒนาการของข้าว สำหรับผลการศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิต พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างธาตุสังกะสี และไนโตรเจน โดยพบว่าการสะสมน้ำหนักแห้งรวมสูงสุด เพิ่มมากขึ้นตามอัตราสังกะสีและไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น สำหรับผลการศึกษาปริมาณแคดเมียมในข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าปริมาณแคดเมียมในใบและในต้นข้าวมีแนวโน้มลดลงตามระยะพัฒนาการ ตั้งแต่ระยะเริ่มแตกกอไปจนถึงระยะตั้งท้อง และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะแทงรวงและในระยะสุกแก่ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้เพราะข้าวมีการเจริญเติบโตทางต้นและใบมากขึ้น ซึ่งมีพื้นที่ในการสะสมแคดเมียมมากขึ้น ส่งผลความเข้มข้นของธาตุแคดเมียมลดลง อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณแคดเมียมที่ระยะสุกแก่ไม่แตกต่างกันเมื่อข้าวได้รับสังกะสีที่อัตรา 2.4, 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสีต่อไร่ ในทำนองเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณธาตุสังกะสีลดลงตามระยะพัฒนาการ และการใส่สังกะสีที่อัตรา 2.4, 4.8 และ 7.2 กก.สังกะสีต่อไร่ พบว่ามีปริมาณสังกะสีที่ระยะสุกแก่ใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์พบว่ามีแนวโน้มของการสะสมปริมาณแคดเมียมในเมล็ดที่ลดลงเมื่อข้าวได้รับธาตุสังกะสีที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะข้าวที่ได้รับไนโตรเจนที่ระดับสูง ทั้งนี้แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติของธาตุสังกะสีสามารถขัดขวางธาตุแคดเมียมในการเคลื่อนที่เข้าสู่ต้นพืชส่งผลให้การสะสมธาตุแคดเมียมในพืชลดลง (Grotz et al., 1998) จากผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าข้าวที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมในระดับสูง และมีปริมาณธาตุสังกะสีในระดับสูงด้วย อีกทั้งในการปลูกข้าวในกระถางที่มีพื้นที่จำกัดและไม่มีการไหลเวียนของน้ำ การใส่ธาตุสังกะสีไม่สามารถเพิ่มธาตุสังกะสี และลดธาตุแคดเมียมในข้าวทั้งต้น ใบ และเมล็ดได้ แต่การใส่สังกะสีถึงแม้ในอัตราที่ต่ำ (2.4 กก.สังกะสีต่อไร่) สามารถที่จะลดความเป็นพิษของแคดเมียมที่เป็นสาเหตุให้ข้าวเหลืองตายได้ ในรูปของ $ZnS0_4.7H_2O$

คำขอบคุณ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยโดยบริษัท ผาแดง อินดัสทรี จำกัด

เอกสารอ้างอิง

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2547. พจนานุกรมเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

Mustafa et al. 2011. Effect of Zinc Application on Growth and Yield of Rice (Oryza sativa L.) IJAVMS. 5(6): 530-535.

Grotz N, T. Fox, E. Connolly, W.Park, M.L.Guerinot, and D. Eide. 1998. Identification of a family of zinc transporter genes from Arabidopsis that response to zinc deficiency. Proc. Nat-l. Acad. Sci. USA. 95: 7220-7224.

Oliver D P, R. Hannam, K. G. Tiller, and R. H. Merry. 1994. The effects of zinc fertilization on cadmium concentration in wheat grain. J Environ Qual. 23: 705-711.

Hassan, M. J., Zhu, Z., Ahmad, B., and Q. Mahmood. 2006. Influence of cadmium toxicity on rice genotypes as affected by zinc sulfur and nitrogen fertilizers. Caspian J. Env. Sci. 4(1): 1-8.

Norman, R.J., D. Guindo, B.R. Wells, and C.E. Willson. 1992. Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen - 15 in rice. Soil. Sci. Soc. Am. J. 56: 1521-1527.

Sanita di Toppi L., and R. Gabbrielli. 1999. Response to cadmium in higher plants. Environ. Exp. Bot. 41: 105- 130.

Sims, J.L. 1965. Nitrogen fertilization of rice growing on clay soil. Rice J. 68: 31.

Wagner G.J. 1993. Accumulation of cadmium in crop plants and its consequence to human health. Adv. Agron. 51: 173-212.