

การปนเปื้อนแคดเมียมในดินและการสะสมในผลผลิตข้าวบนพื้นที่ตำบลแม่ตาวและ ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

ธนภัทร ปลื้มพวง^{1*}, จันทรจักรัส วีรสาร¹, อรุณศิริ กำลัง² และ ธงชัย มาลา²

¹ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

²ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนแคดเมียมในดินและการสะสมแคดเมียมในผลผลิตข้าวที่ปลูกในพื้นที่ตำบลแม่ตาว และตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างจำนวน 12 แปลง ซึ่งเป็นแปลงปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ผลการศึกษาพบว่า แคดเมียมที่สามารถละลายน้ำได้ (water soluble Cd) ในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยปริมาณแคดเมียมที่ละลายน้ำได้สูงสุดในแปลงที่ 3 ของพื้นที่ศึกษา (0.92 มก./กก.) ปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้ (Extractable Cd) สูงสุดในแปลงที่ 12 ของพื้นที่ศึกษา (46.87 มก./กก.) และปริมาณแคดเมียมที่สามารถละลายน้ำได้และสกัดได้ต่ำสุด ในแปลงที่ 10 ของพื้นที่ศึกษา (< 0.10 และ 11.45 มก./กก. ตามลำดับ) การสะสมแคดเมียมในข้าวสารพบปริมาณแคดเมียมสูงสุดในแปลง 1 (9.27 มก./กก.) และแปลงที่ 5 (9.07 มก./กก.) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน EU

จากสถานการณ์การปนเปื้อนแคดเมียมในดินและการสะสมในข้าวนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการวางแผนจัดการพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียม ให้เหมาะสมต่อการใช้ปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ และผลของปริมาณแคดเมียมที่สะสมในข้าว สามารถใช้เป็นแนวทางให้เกษตรกรใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมอย่างถูกต้อง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: การปนเปื้อนแคดเมียม การสะสมแคดเมียม และ ข้าว

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: rditnp@gmail.com

Cadmium Contaminated in Paddy Soils and Rice Yields in Mae Tao and Phra That Pha Daeng Subdistrict, Mae Sot District, Tak Province

Thanapat Pluempuak^{1*}, Janjarus Verasan¹, Arunsiri Kamlung² and Thongchai Mala²

¹Central Laboratory and Greenhouse Complex, KU KPS, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, 73140, Thailand

²Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, 73140, Thailand

Abstract

This research aimed to study the content of cadmium (Cd) contamination in soil and the accumulation of Cd in rice grown in Mae Tao and Phra That Pha Daeng subdistrict, Mae Sot District, Tak Province watershed area. The studies were conducted in 12 sites of Khao Dawk Mali 105 rice. The results showed the content of cadmium in soil (water soluble Cd) was significantly different at the 99 percent confident level. The study displayed the most content of soluble cadmium at third fields (0.92 mg/kg) and the lowest content of cadmium extract at twelfth field (46.87 mg/kg). Moreover, the result also showed the most content of water soluble cadmium and the lowest extract of cadmium content at tenth field (<0.10 mg/kg and 11.45 mg/kg, respectively). In addition, the accumulation of Cd in milled rice exhibited the most content of cadmium at first (9.27 mg/kg) and fifth field (9.07 mg/kg) that had higher than standard level of EU.

The results of cadmium contamination in soil and cadmium accumulation in rice can be used as reference data which guide farmers to manage suitably cadmium contamination in land for harvest rice. Moreover, the results of cadmium accumulation in rice can be used as guidance for farmers to handle correctly cadmium contaminated soil without affecting the consumer and the environment.

Keywords: Cadmium contamination, Cadmium accumulation and Rice

*Corresponding author: E-mail: rditnp@gmail.com

จากปัญหาการปนเปื้อนของแคดเมียมระดับสูงในดิน แปรลงนาและผลผลิตข้าว บริเวณบ้านแม่ดาวใหม่ และบ้านพะโต๊ะ ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เมื่อปี 2541-2546 มีรายงานจากสถาบันจัดการทรัพยากรน้ำนานาชาติ (International Water Management Institute: IWMI) ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร ว่ามีการปนเปื้อนธาตุโลหะหนักแคดเมียมอย่างรุนแรงในดินมากกว่า 5,000 ไร่ ที่บริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตากและพื้นที่ใกล้เคียง ในช่วงเวลาที่ผ่านมาพบว่า มีการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักกลุ่มแคดเมียมในดินนาข้าว (0.1 - 284 มก./กก.) (Simmons *et al.*, 2005) และปัญหาการร้องเรียนเกี่ยวกับผลกระทบของการปนเปื้อนมลพิษในพื้นที่ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2556) จากปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของชุมชนโดยรอบที่อาศัยอยู่และการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ได้ ส่งผลให้ข้าวและพืชผลทางการเกษตรหลายๆ ชนิด ปนเปื้อนแคดเมียมในปริมาณที่มากกว่าค่ามาตรฐาน CODEX (Committee on Food Additives and Contaminants) ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.2 มก./กก. (Codex, 2006) เนื่องจากข้าวและพืชเกษตรอื่นสามารถดูดซับแคดเมียมจากดินและยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ดังนั้นจึงมีหลายหน่วยงานเข้ามาจัดการปัญหาการปนเปื้อนในพื้นที่กลุ่มน้ำแม่ดาว และประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับเกษตรกรในพื้นที่เพื่อป้องกันพืชผลต่างๆ ที่มีแคดเมียมปนเปื้อนกระจายสู่ประชากรนอกพื้นที่ รัฐบาลจึงสั่งห้ามการผลิตข้าวในพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียมดังกล่าว และแนะนำให้เกษตรกรปลูกพืชอื่นที่ไม่ได้นำมารับประทานแทน เช่น การปลูกอ้อยเพื่อไปผลิตแก๊สโซฮอลล์ รวมถึงรัฐบาลได้จ่ายเงินชดเชยบางส่วนให้เกษตรกรในช่วงแรกๆ แต่เนื่องจากข้าวเป็นพืชอาหารหลักสำหรับคนในพื้นที่ ประกอบกับปัจจุบันรัฐบาลงดการจ่ายเงินชดเชยดังกล่าว เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่ปนเปื้อนแคดเมียมจึงหันกลับมาใช้พื้นที่ดังกล่าวในการปลูกข้าวเพื่อใช้รับประทานในครัวเรือนอีก จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจต่อสถานการณ์การปนเปื้อนแคดเมียมในพื้นที่ตำบลแม่ดาว และตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในระดับต่ำถึงสูงเพื่อให้สามารถประเมินความปลอดภัยในการบริโภคข้าว ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดินและผลผลิตข้าวของพื้นที่ปลูกข้าวดังกล่าวเพื่อเป็นการติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนแคดเมียมในอดีตถึงปัจจุบัน

1. พื้นที่ทำการทดลอง

เลือกพื้นที่ปลูกข้าวเพื่อทำการเก็บตัวอย่างดินและผลผลิตข้าว โดยเลือกเก็บตัวอย่างดินและผลผลิตข้าวบริเวณตำบลแม่ดาว และตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยสุ่มเลือกแปลงข้าวของเกษตรกรที่ปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่มีการจัดการเหมือนกันจำนวน 12 แปลง (เก็บตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง ต่อ 1 แปลง) รวมทั้งหมด 12 แปลงเก็บตัวอย่างพร้อมระบุพิกัด GPS (Fig. 1)

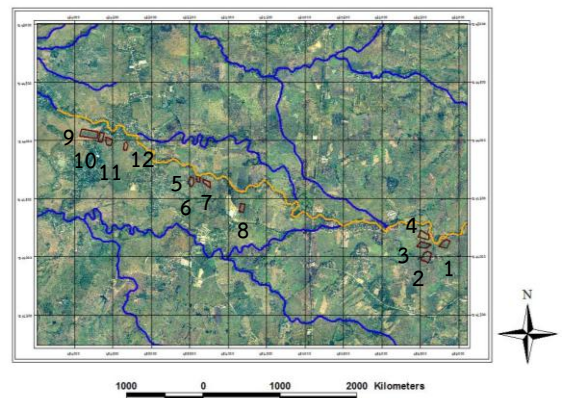


Fig. 1 Location of the study areas. Showing distribution of the 12 paddy fields.

(พิกัด GPS แปลงเก็บตัวอย่าง 1: N=1842821, E=458710, 2: N= 1842799, E=458628, 3: N=1842823, E=458545, 4: N= 1842908, E=458626, 5: N=1843638, E=455554, 6: N= 1843677, E=455604, 7: N=1843634, E=455666, 8: N= 1843286, E=456156, 9: N=1844281, E=454378, 10: N= 1844244, E=454427, 11: N=1844258, E=454159, 12: N =1844200, E=454544)

2. การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกข้าว ตำบลแม่ดาว ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกให้ทั่ว โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน (random sampling แปลงจำนวน 15 จุด/ 1 ตัวอย่าง) นำดินที่เก็บจากแปลงทดลองไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นบดให้ละเอียดและผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินส่วนหนึ่งมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 และ 2 มม. วิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH) โดยวัดในของเหลวที่เกิดจากการเติมน้ำในดินในอัตราส่วนของดิน/น้ำ เท่ากับ 1:1 (w/w) ด้วยเครื่อง pH meter (National Soil Survey Center, 1996) วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter; OM) (Walkley and Black, 1934)

ปริมาณแคดเมียมที่สามารถละลายน้ำและที่สกัดได้ โดยวิธีของ Amacher (1996)

เก็บตัวอย่างข้าวในวันเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยสุ่มจำนวน 10 กอ ด้วยการสุ่มวัดในพื้นที่ 2 ม² นำต้นข้าวที่เก็บไปชั่งน้ำหนักสดทันที จากนั้นจึงนำตัวอย่างไปอบที่ตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 75 °C นาน 72 ชม. จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่ นำตัวอย่างต้นข้าวมาแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ส่วนเหนือดินและเมล็ด (ข้าวสาร แกลบ) บดจนละเอียดและชั่งตัวอย่างพืช 0.2 ก. ใส่ในหลอดทดลองขนาด 75 มล. เติมกรด HNO₃ และ HClO₄ (อัตราส่วน 5:2) จำนวน 10 มล. นำหลอดทดลองใส่ในเตาย่อยไฟฟ้าจนได้สารละลายใส กรองสารละลายตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคดเมียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Amacher, 1996)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม และสมบัติบางประการของดินก่อนการเพาะปลูก พร้อมกับวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในผลผลิตข้าว ได้แก่ แกลบ และเมล็ดข้าวสารขัดสีได้ผล ดังนี้

Table1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินก่อนการเพาะปลูกในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน อยู่ในช่วงกรดจัดมากถึงด่างเล็กน้อยซึ่งอยู่ในช่วงที่ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ตามรายงานของกรมการข้าว กรมการข้าว (2556) ที่ได้รายงานไว้ ช่วง pH ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวอยู่ในช่วง 5.0 – 6.5 และการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินก่อนปลูก ในแต่ละแปลงพบว่า แปลงที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดคือ แปลงที่ 10 (2.01 %) และแปลงที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดคือ แปลงที่ 5 (1.40 %) ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมที่ละลายน้ำได้ในดินก่อนปลูก ของแต่ละแปลงพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณแคดเมียมที่ละลายน้ำได้สูงสุดในแปลงที่ 3 ของพื้นที่ศึกษา (0.92 มก./กก.) และปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้พบสูงสุดในแปลงที่ 12 ของพื้นที่ศึกษา (46.87 มก./กก.) ซึ่งโดยทั่วไปโลหะที่ปนเปื้อนเนื่องจากอากาศ หรือน้ำเสียมักสะสมอยู่ในดินชั้นไพลอน ซึ่งมีความลึกประมาณ 20 ซม. จากผิวดิน การกระจายของโลหะหนักในหน้าตัดดินแตกต่างกันไปตามสมบัติของดิน เช่น เนื้อดิน และการซาบซึมน้ำของดิน และ

ธรรมชาติของโลหะนั้นๆ ซึ่งปริมาณแคดเมียมที่ละลายน้ำได้นั้นสอดคล้องกับความเข้มข้นของแคดเมียมในน้ำบนผิวดินของบริเวณที่มีการปนเปื้อนบางแห่งในญี่ปุ่น และได้หวั่น มีค่าเท่ากับ 0.14-0.22 และ 0.01-50.00 มก./ลิตร ตามลำดับ (ทัศนีย์, 2550) สำหรับปริมาณแคดเมียมที่ละลายได้ต่ำที่สุด ซึ่งน้อยกว่า 0.01 มก./กก. ในแปลงที่ 10 ของพื้นที่ศึกษา เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมที่ละลายน้ำได้กับปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้ในดิน พบว่า ปริมาณแคดเมียมที่สามารถละลายน้ำได้และแคดเมียมที่สกัดได้ในแปลงที่ 10 มีค่าต่ำสุด (< 0.01 และ 11.45 มก./กก. ตามลำดับ) อาจเป็นผลมาจาก การไหลของน้ำ รวมถึงในช่วงก่อนเดือนสิงหาคม พื้นที่ดังกล่าวไม่ได้ทำการเกษตร จึงไม่มีการผันน้ำเข้าสู่แปลง ทำให้พบปริมาณแคดเมียมต่ำ และจากการศึกษาพบว่าในจุดที่อยู่ติดกับลำน้ำแม่ตาจะมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าจุดอื่นๆ ในพื้นที่ศึกษา ประยูทธ (2542) รายงานการศึกษาการแพร่กระจายของแคดเมียมและสังกะสีในดิน ในพื้นที่ อำเภอแม่สอด จังหวัดตากพบว่า ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักแคดเมียมทั้งหมดในดินของพื้นที่ลุ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.84 มก./กก. เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณค่าโลหะหนักมาตรฐานในดินที่ยอมให้มีได้สูงสุดในดินเพื่อการเกษตรของสหภาพยุโรป (< 1 มก./กก.)

จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างปริมาณแคดเมียมที่ละลายน้ำได้กับปฏิกิริยาดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ pH และปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีค่า r เท่ากับ 0.49 และ 0.27 ตามลำดับ โดยปริมาณแคดเมียมที่ละลายน้ำได้มีค่ากระจายตัวอยู่ระหว่าง 0.92 มก./กก. ถึง < 0.01 มก./กก. และค่า pH มีค่ากระจายตัวอยู่ระหว่าง 5.41 ถึง 7.46 และปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่ากระจายตัวอยู่ระหว่าง 1.40% ถึง 2.01% (Fig. 2) ซึ่งค่า pH ของดินเป็นดัชนีที่สำคัญสามารถบ่งบอกถึงสมบัติทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ ทั้งนี้เนื่องจากค่า pH มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวเคมีในดิน เช่น กิจกรรมของจุลินทรีย์ ความสามารถในการละลาย ตกตะกอน ตลอดจนการเคลื่อนย้ายสูญหายของสารประกอบและไอออนต่างๆ จึงทำให้มีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์และความเป็นพิษของธาตุอาหารต่างๆ ของพืช ดังนั้นค่า pH ของดินที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การดึงดูดแคดเมียมของพืชลดลงได้ และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สูงในดินนั้นจะช่วยลดแคดเมียมในดินได้ เนื่องจากอินทรีย์วัตถุสามารถจับยึดแคดเมียมได้ดี จึงทำให้แคดเมียมถูกจับยึดกับสารอินทรีย์ในดินมากขึ้นและพืชก็จะดึงดูดแคดเมียมไปใช้ได้น้อยลง และพืชที่ปลูกบนดินทรายจะมีการสะสมแคดเมียมได้มากกว่าพืชที่ปลูกบนดินเหนียว (เพื่อนจิต, 2548)

Table1 Some properties of soil before planting and extractable Cd of soil after harvesting.

Area	pH (1:1)	Organic matter (%)	Water soluble Cd (mg/kg)	Extractable Cd (mg/kg)
1	6.65 ^{bc}	1.84 ^{ab}	0.29 ^{abc}	20.10 ^d
2	6.31 ^{cd}	1.69 ^{abc}	0.75 ^{ab}	15.35 ^{de}
3	6.10 ^{de}	1.87 ^{ab}	0.92 ^a	27.47 ^c
4	7.36 ^a	1.84 ^{ab}	0.66 ^{abc}	36.20 ^b
5	5.41 ^f	1.40 ^c	0.71 ^{ab}	15.05 ^{de}
6	5.67 ^{ef}	1.68 ^{abc}	0.15 ^{abc}	17.67 ^{de}
7	5.83 ^{df}	1.45 ^c	0.56 ^{abc}	13.00 ^{de}
8	5.86 ^{df}	1.80 ^{ab}	0.49 ^{abc}	12.00 ^{de}
9	7.09 ^{ab}	1.79 ^{ab}	0.07 ^{bc}	14.10 ^{de}
10	7.25 ^a	2.01 ^a	< 0.01 ^c	11.45 ^e
11	7.27 ^a	1.59 ^{bc}	0.30 ^{abc}	16.02 ^{de}
12	7.46 ^a	1.70 ^{abc}	0.11 ^{bc}	46.87 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	11.43	10.24	36.29	53.72

Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly.

** = highly significant at $p < 0.01$

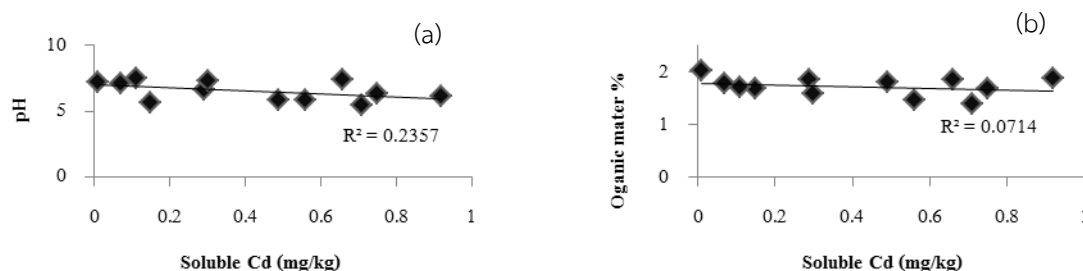


Fig. 2 The liner correlation between Soluble Cadmium in soil and (a) soil pH and (b) Organic matter.

ปริมาณแคดเมียมในผลผลิตข้าว (ข้าวสารและแกลบ) แสดงใน Table 2 พบว่า ปริมาณแคดเมียมของข้าวสารในแปลง 1 และ 5 มีปริมาณแคดเมียมสูงสุดคือ 9.27 และ 9.07 มก./กก. สำหรับปริมาณแคดเมียมในแกลบพบว่า ในแปลง 1 และ 4 มีปริมาณแคดเมียมสูงสุด (10.42 และ 10.32 มก./กก. ตามลำดับ) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของ EU ซึ่งกำหนดไว้ไม่ควรเกิน 0.2 มก./กก. การดูดดึงแคดเมียมของพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณแคดเมียมในดินมาก และมีค่า pH ต่ำ และการดูดแคดเมียมของพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อดินมีความเป็นกรด (pH ต่ำกว่า 6.5) มีสารอินทรีย์น้อย มีอุณหภูมิสูงพอเหมาะ มีปริมาณแคดเมียมในดินมาก โครงสร้างทางเคมีของแคดเมียมในดินเหมาะสมที่พืชจะดูดใช้ได้ ส่วนประกอบอื่นๆ ที่เหมาะสม ได้แก่ ความชื้น อากาศ ปริมาณโลหะหนักอื่นๆ (Chaney, 1982) และการสะสมแคดเมียมของผลผลิตข้าว ซึ่งได้แก่ ข้าวสาร และแกลบ มีความแตกต่างกันในแต่

ละพื้นที่ นอกจากนี้จะขึ้นอยู่กับความสามารถของพืชในการดึงดูดธาตุแคดเมียมแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการดึงดูดแคดเมียมของพืช เช่น ลักษณะสมบัติของดิน เนื้อดิน วัตถุประสงค์กำเนิดดิน ชนิดและปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในดินและในสารละลายดิน อุณหภูมิของดินและกิจกรรมจุลินทรีย์ของดิน เป็นต้น (ศุภมาศ, 2540) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาการสะสมแคดเมียมในพืชขึ้น เช่น เพชรไพลิน และคณะ (2552) ศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำสายพันธุ์ระยะงอกที่สามารถทนทานต่อการปนเปื้อนของแคดเมียมในดินในระดับที่แตกต่างกัน (0 100 200 และ 300 มก./กก.ดิน) จากการศึกษาพบว่า สบู่ดำสายพันธุ์ระยะงอกไม่สามารถเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่เป็นปกติได้ที่ระดับการปนเปื้อนแคดเมียม 100 มก./กก. ขึ้นไป ขณะที่ ภากรินี (2553) ศึกษาผลของปุ๋ยเคมีต่อการดึงดูดแคดเมียมในอ้อย

พันธุ์ LK92-11 ที่ปลูกในดินปนเปื้อนแคดเมียม 58.53 มก./กก. พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้พืชมีการสะสมแคดเมียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญกล่าวคือ การสะสม

แคดเมียมในชานอ้อยและใบสูงสุด เท่ากับ 8.25 และ 8.24 มก./กก.

Table 2 Total cadmium of Milled Khao Dawk Mali 105 variety and rice husk. (mg/kg)

Area	Milled Rice	Rice husk
1	9.27 ^a	10.42 ^a
2	8.48 ^{bc}	10.05 ^b
3	7.15 ^f	8.67 ^e
4	8.33 ^c	10.32 ^a
5	9.07 ^a	8.36 ^f
6	8.26 ^c	7.67 ^h
7	8.67 ^b	9.51 ^c
8	8.50 ^{bc}	9.00 ^d
9	7.60 ^e	8.08 ^g
10	7.49 ^e	7.66 ^h
11	7.65 ^e	7.62 ^h
12	7.97 ^d	7.52 ^h
F-test	**	**
C.V. (%)	7.91	12.59

Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly.

** = highly significant at $p < 0.01$

สรุปผลการวิจัย

สถานการณ์การปนเปื้อนแคดเมียมในพื้นที่ตำบลแม่ตาว และตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบการปนเปื้อนแคดเมียมที่ละลายน้ำได้สูงสุดคือ 0.92 มก./กก. และที่สามารถสกัดได้ 46.87 มก./กก. ซึ่งสูงกว่าค่า

มาตรฐานของสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้ว่าในดินไม่ควรจะมีปริมาณแคดเมียมเกิน 1 มก./กก. และปริมาณแคดเมียมที่พบในครั้งไม่ได้ลดลงไปจากเดิม กับปริมาณแคดเมียมที่พบในปี 2543-2547 ส่วนการสะสมแคดเมียมในผลผลิตข้าวพบปริมาณแคดเมียมสูงกว่าค่ามาตรฐาน Codex (0.2 มก./กก.) ในทุกพื้นที่การศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. องค์ความรู้เรื่องข้าว. 2556. (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 30 มีนาคม 2556) Available from: URL: <http://www.ricethailand.go.th>
- กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2556. การปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2556). Available from: URL: <http://www.dpim.go.th/laws/article?catid=122&articleid=309>.
- ทัศนีย์ อุตตะนันท์. 2550. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 359 หน้า.
- ประยูทธ สมบูรณ์. 2542. การแพร่กระจายของแคดเมียมและสังกะสีในดินจากกิจกรรมเหมืองแร่สังกะสี: กรณีศึกษาเหมืองสังกะสี อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เพ็ญจิต บุญจันทร์. 2548. การสะสมแคดเมียมในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พันธุ์สุพรรณบุรี 1 พันธุ์พิษณุโลก 2 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินนาจากพื้นที่ ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เพชรไพลิน สุวรรณโชติ, ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, ภัคพงศ์ ปวงสุข และละอองดาว แสงหล้า. 2552. สมรรถภาพการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสบู่ดำสายพันธุ์ระยอง ที่ปลูกในดินที่มีการปนเปื้อนแคดเมียม. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม 5(2): 100-117.
- ภาวรินทร์ วนาพรรณ และพันธวัช สัมพันธ์พานิช. 2553. ผลของปุ๋ยเคมีต่อการดูดดึงแคดเมียมด้วยการปลูกอ้อยในดินที่มีการปนเปื้อน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7. 7-8 ธันวาคม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 900-907 น.
- ศุภมาศ พานิชศักดิ์พัฒนา. 2540. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 327 หน้า.
- Amacher, C.M. 1996. Nickel, Cadmium and Lead. pp. 739-768. *In* Sparks, D.L. (Eds). *Methods of Soil Analysis: Chemical Methods, Part 3-SSSA Book Series no.5. Soil Science. Amer. Soc. of Agron. Madison. WI.*
- Chaney, R.L. 1982. Fate of toxic substances in sludge applied to cropland. *Proceedings' International Symposium on Land Application of Sewage Sludge, Association for the Utilization of Sewage Sludge. Tokyo, Japan. pp 259.*
- Codex Alimentarius Commission. 2006. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission Report of the 29th Session [online]. [Accessed February, 15 2013]. Available from: URL: <http://www.codexalimentarius>.
- National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, USDA.
- Simmons, R.W., Pongsakul, P., Saiyasitpanich, D. and Klinphoklap, S. 2005. Elevated levels of cadmium and zinc in paddy soils and elevated levels of cadmium in rice grain downstream of a zinc mineralized area in Thailand: Implications for public health. *Environ. Geochem.* 27(5-6): 501-511.
- Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soluanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner, M.E. 1996. *Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods. Soil Science Society of America Inc.: Wisconsin.*
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37(1): 29-38.

