หัวข้อวิจัย การลดการปนเปื้อนของแคดเมียมในข้าวโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งเป็นตัวดูดซับ
ผู้ดำเนินการวิจัย ดร.ปารินดา สุขสบาย และ รศ.ดร.ไพทิพย์ ธีรเวชญาณ
หน่วยงาน หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมเมืองและอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ปีพ.ศ. 2556

ปัญหาของการปนเปื้อนแคดเมียมในข้าวเป็นปัญหาที่สำคัญของพื้นที่ในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการใช้วัสดุเหลือทิ้งเป็นวัสดุตัวดูดซับในการปรับปรุงดินต่อการลดลงของแคดเมียมที่สะสมในต้นข้าว และศึกษาผลของการคายน้ำต่อปริมาณแคดเมียมที่สะสมในต้นข้าว วัสดุเหลือทิ้งที่ใช้ในการการทดลองได้ ซังข้าวโพด (Corncob, CC) ขุยมะพร้าว (Coir pith, CP) ขุยมะพร้าวที่ปรับสภาพด้วยด่าง (CPm) และเปลือกส้ม (Orange peel, OP) โดยเติมวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ในปริมาณ 1% (w/w) ในดินปนเปื้อนแคดเมียมที่ความเข้มข้นต่ำ (4 mg Cd/kg soil) และที่ความเข้มข้นของแคดเมียมสูง (145 mg Cd/kg soil) ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ซังข้าวโพด (CC) และเปลือกส้ม (OP) เป็นสารปรับปรุงดินในการปลูกข้าวในดินที่ไม่มีการปนเปื้อนแคดเมียม (N) จะทำให้ปริมาณการคายน้ำ (transpiration) ลดลง ขณะที่เมื่อใช้เติมขุยมะพร้าว (CP) และขุยมะพร้าวที่ปรับสภาพด้วยด่าง (CPm) เป็นวัสดุปรับปรุงดินพบว่าไม่ได้ขัดขวางการคายน้ำของต้นข้าว แต่อย่างไรก็ตามการใช้เปลือกส้มเป็นวัสดุปรับปรุงดินต้นข้าวจะตายภายใน 5 วัน อาจเนื่องจากปริมาณการคายน้ำต่ำตลอดจนผลสารไลโมนีน (Limonene) ในเปลือกส้ม

ผลการศึกษาชนิดของวัสดุเหลือทิ้งต่างชนิดกันเมื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมความเข้มข้นต่ำ (4 mg Cd/kg soil) พบว่าการเติมซังข้าวโพดเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมจะทำให้ปริมาณการคายน้ำ (transpiration) และน้ำหนักของต้นข้าว (dry weight of rice plant) ลดลงและการใช้ขุยมะพร้าวที่ปรับสภาพด้วยด่าง (CPm) เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมมีปริมาณการคายน้ำจะสูงที่สุด และจากผลการทดลองยังพบว่าการใส่วัสดุเหลือทิ้งเป็นวัสดุปรับปรุงดินในดินปนเปื้อนแคดเมียมที่ความเข้มข้นต่ำ จะมีปริมาณแคดเมียมที่สะสมในรากเรียงลำดับจากปริมาณสูงไปต่ำดังนี้ คือ ดินปนเปื้อนแคดเมียมที่ไม่เติมวัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดิน (low Cd)=ขุยมะพร้าว (CP) > ขุยมะพร้าวที่ปรับสภาพด้วยด่าง (CPm)=ดินที่เติมซังข้าวโพด (CC) ส่วนปริมาณแคดเมียมที่สะสมในลำต้นและเมล็ดข้าวพบว่าเมื่อใช้ซังข้าวโพด (CC) เป็นวัสดุปรับปรุงดินจะทำให้ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในลำต้นและเมล็ดข้าวมีค่าต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุเหลือทิ้งตัวอื่นๆ โดยปริมาณแคดเมียมในเมล็ดข้าวเหลือเพียง 0.15 mgCd/kg dry weight ซึ่งก็จัดว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแคดเมียมในเมล็ดข้าวซึ่งตามมาตรฐานของ Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.2 mg Cd/kg soil สำหรับผลการศึกษาการคายน้ำของต้นข้าวเมื่อปลูกในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูงที่ความเข้มข้น 145 mg Cd/kg soil พบว่าเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งเป็นวัสดุปรับปรุงดินต่างกันอัตราการคายน้ำของต้นข้าวก็แตกต่างกัน โดยมีปริมาณการคายน้ำจากสูงไปต่ำ ดังนี้ การปลูกข้าวในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูงที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (high Cd> ขุยมะพร้าวที่ปรับสภาพด้วยด่าง (CPm) ≥ ขุยมะพร้าว (CP) ≥ ซังข้าวโพด

(CC) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของปริมาณการคายน้ำของต้นข้าวเมื่อปลูกในที่มีแคดเมียมต่ำ ปริมาณการคายน้ำของต้นข้าวมีผลโดยตรงต่อปริมาณการสะสมแคดเมียมในลำต้นและเปลือกข้าวโดยพบว่า ปริมาณการคายน้ำต่ำจะทำให้เมื่อปริมาณแคดเมียมในลำต้นและเปลือกข้าวต่ำ ซังข้าวโพดจัดเป็นวัสดุปรับปรุงดินจะทำให้แคดเมียมที่สะสมในลำต้นและเปลือกข้าวต่ำที่สุด

Research Title : Reduction of cadmium contamination in rice plant using agricultural residue as adsorbent
Researcher : Dr. Parinda Suksabye, Asso. Prof. Dr. Paitip Thiravetyan
Organization : Urban and Industrial Environmental Management Program, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit Rajabhat University
Year: 2013

The cadmium contamination in rice is a major problem in Mae Sot District, Tak Province, Thailand. The effects of agricultural residues as soil amendments on reducing cadmium accumulation in rice plants and transpiration of rice plant were investigated. There are four agricultural residues such as corncob (CC), coir pith (CP), coir pith modified with sodium hydroxide (CPm) and orange peel (OP) for adding with each 1% (w/w) to under low and high cadmium contaminated-soil of 4 and 145 mg Cd/kg Soil, respectively. The results showed that the addition of corncob (CC) and orange peel (OP) to no cadmium/free cadmium soil could reduce the transpiration of rice plants. Whereas coir pith modified with sodium hydroxide (CPm) and coir pith did not have a negative effect on rice transpiration. However, the addition of orange peel (OP) to no cadmium/free cadmium soil effected the rice plants were died within 5 days because of the low transpiration of rice plant and limonene of orange peel (OP).

For low cadmium contaminated-soil, the addition of corn cob (CC) to low cadmium contaminated- soil could reduce the rice plant transpiration and dry weight. The CPm adding has the highest plant transpiration. The cadmium accumulation in the root appeared in the order: low Cd (no adding agricultural residues) = CP > CPm = CC. The corncob (CC) for soil amendments showed that it had the lowest cadmium accumulation in shoots and grains of rice more effectively than other agricultural residues. The cadmium concentration in the grain of rice was 0.15 mgCd/kg dry weight with under the standard of Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) (≤ 0.2 mgCd/kg soil). For high cadmium contaminated-soil (145 mg Cd/kg Soil). The rice plant transpiration for difference agricultural residues appeared in the order: high Cd (no adding agricultural residues) = CP > CPm = CC that was similar to low cadmium contaminated-soil. The rice plant transpiration directly influenced cadmium accumulation in shoots and husks of rice. The transpiration of rice plant decreased with decreasing the cadmium concentration

in the rice shoot and husk. Adding corncob (CC) as soil amendment had the lowest cadmium accumulation in the rice shoot and husk.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จด้วยดีผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยแก่โครงการวิจัย และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ให้การประสานงานแก่โครงการทำให้โครงการวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์และนอกจากนี้ขอขอบคุณ รศ.ดร.ไพทิพย์ ธีรเวชญาณ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัยตลอดจนแก้ปัญหาต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติ Remediation สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทดลองรวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ Remediation ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ดร. ปารินดา สุขสบาย
2556

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ จ
สารบัญ ฉ
สารบัญตาราง ช
สารบัญภาพ ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญ 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ขอบเขตของการวิจัย 3
ประโยชน์ที่ได้คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
แคดเมียม 5
กระบวนการดูดซับ 7
วัสดุที่ใช้ในการดูดซับแคดเมียม 10
ข้าว 14
การดูดดึงโลหะหนักของพืช 17
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับแคดเมียมในดินและการดูดดึงของพืช 18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
กรอบแนวคิดการวิจัย 23

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 25
อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 25
การเตรียมวัสดุเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม 26
การเตรียมต้นกล้า 27
การเตรียมดิน 28
ผลของชนิดของวัสดุเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงดินต่อปริมาณการ
คายน้ำของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ไม่มีการปนเปื้อนแคดเมียม 29
ผลของการสะสมแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม
ต่ำและการคายน้ำของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงดินต่างกัน 29

หน้า

ผลของการสะสมแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูงและการคายน้ำของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างกัน 30
การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของข้าว 31
การวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในดิน 31
การวิเคราะห์ค่าพีเอชของดิน และน้ำที่ปลูกข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งในการปรับปรุงดินต่างกัน 31
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 32

บทที่ 4 ผลการวิจัย 33
คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปรับปรุงดิน 33
ผลของชนิดวัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่อปริมาณการคายน้ำของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ไม่มีการปนเปื้อนแคดเมียม 34
ผลของการสะสมแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมต่ำและการคายน้ำของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างกัน 35
ศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวของวัสดุปรับปรุงดินต่างกัน (ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 43
ผลของชนิดของวัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่อปริมาณแคดเมียมที่เหลืออยู่ในดิน (ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 44
ผลชนิดของวัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่อค่าพีเอชของน้ำ ดิน ในการปลูกข้าวต่างกัน (ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 46
ผลของการสะสมแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูงและการคายน้ำของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างกัน 46
ศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวต่อชนิดของวัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดิน 53
ผลชนิดของวัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่อค่าพีเอชของน้ำ ในการปลูกข้าวต่างกัน (ดินปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 54

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 56
สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล 56
ข้อเสนอแนะ 58

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 64

ประวัติผู้วิจัย 71

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของแคดเมียมที่มีต่อมนุษย์โดยการกิน 6
2.2 องค์ประกอบและปริมาณธาตุในซังข้าวโพด 10
2.3 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของขุยมะพร้าว 13
3.1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดินที่นำมาศึกษา 28
4.1 คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปรับปรุงดิน 33
4.2 ปริมาณการคายน้ำสะสมของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนแคดเมียมโดยใช้วัสดุปรับปรุงดินต่างกัน 35
4.3 คุณลักษณะทางเคมีของดินที่ปนเปื้อนแคดเมียม 35
4.4 ปริมาณการคายน้ำสะสมของต้นข้าวเมื่อปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนแคดเมียมที่ไม่ใส่วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินและดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมต่ำที่ใส่วัสดุปรับปรุงดินต่างกัน 36
4.5 ปริมาณแคดเมียมในรากของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิด (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 40
4.6 ปริมาณแคดเมียมในลำต้นของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิด (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 41
4.7 ปริมาณแคดเมียมในลำต้นของเมล็ดเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิด (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 42
4.8 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวในวันที่ 40 และปริมาณการคายน้ำสะสมของต้นข้าวในวันที่ 32 และเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิดกัน(สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 43
4.9 ปริมาณแคดเมียมที่เหลืออยู่ในดินเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิดกัน (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 44
4.10 ค่าพีเอชของน้ำ และ ดิน ในการปลูกข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างกัน (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 46
4.11 ปริมาณการคายน้ำของต้นข้าวที่อายุ 45 วัน เมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างกัน (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 48
4.12 ปริมาณแคดเมียมในรากต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิด (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 49
4.13 ปริมาณแคดเมียมในลำต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิด (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 51
4.14 ปริมาณแคดเมียมในเปลือกข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิด (สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 51

4.15 ค่าพีเอช (pH solution) ของน้ำในต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินแตกต่างกัน
(สภาวะที่ดินปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 55
4.16 ความเข้มข้นของแคดเมียมในน้ำเมื่อใช้ วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินแตกต่างกัน 55

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 กลไกการดูดซับ 8
2.2 ขุยมะพร้าว 12
2.3 ลักษณะพื้นที่ผิวของขุยมะพร้าว 13
2.4 กรอบแนวคิดของการวิจัย 24
3.1 วัสดุเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงดิน 26
3.2 ต้นกล้าเพื่อเตรียมปลูกในกระถางทดลอง 27
3.3 ต้นการปลูกข้าวในดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินแตกต่างกัน 28
4.1 ปริมาณการคายน้ำสะสมของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนแคดเมียม (N) โดยมีการใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินแตกต่างกัน 34
4.2 การคายน้ำสะสมของต้นข้าวเมื่อปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนแคดเมียม(N) ที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินและดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมต่ำที่ใส่วัสดุปรับปรุงดินต่างกัน 37
4.3 การคายน้ำสะสมของต้นข้าวในวันที่ 32 เมื่อปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนแคดเมียม(N) ที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินและดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมต่ำที่ใส่วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างกัน 38
4.4 ปริมาณแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินแตกต่างกัน (สภาวะดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 39
4.5 ปริมาณแคดเมียมที่เหลืออยู่ในดินเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิดกัน (สภาวะดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมต่ำ) 45
4.6 ปริมาณการคายน้ำของต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนแคดเมียม (N+P) และดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมที่ใส่วัสดุปรับปรุงดินต่างกัน(สภาวะดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 47
4.7 ปริมาณการคายน้ำของต้นข้าวที่อายุ 45 วัน ที่ปลูกในดินที่ไม่ปนเปื้อนแคดเมียม และดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมที่ใส่วัสดุปรับปรุงดินต่างกัน(สภาวะดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 48
4.8 ปริมาณแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวเมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินแตกต่างกัน (สภาวะดินที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูง) 50
4.9 อาการของใบข้าวเมื่อใช้วัสดุปรับปรุงดินแตกต่างกัน 53
4.10 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวอายุ 50 วัน เมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งปรับปรุงดินต่างชนิดกัน 54